



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO HUMANA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO HUMANA**

**Aproveitamento do resíduo oriundo do processamento mínimo de cenoura  
no desenvolvimento de novos produtos alimentícios**

**ROSA MARIA DE DEUS DE SOUSA**

**Brasília – DF**  
**Brasil**  
**Agosto – 2008**

**ROSA MARIA DE DEUS DE SOUSA**

**Aproveitamento do resíduo de processamento mínimo de cenoura no  
desenvolvimento de novos produtos alimentícios**

Dissertação apresentada à Universidade de  
Brasília como requisito parcial a obtenção do  
título de Mestre em Nutrição Humana .

Orientador : Prof. Dr. Celso Luiz Moretti

Co-orientadora Dr<sup>a</sup>. Cristina Maria Monteiro Machado

**Brasília – DF  
Brasil  
Agosto – 2008**

## **BANCA EXAMINADORA**

**Dr. Celso Luiz Moretti**  
**EMBRAPA HORTALIÇAS**  
**(Orientador)**

**Dr<sup>a</sup>. Leonora M. Mattos**  
**EMBRAPA HORTALIÇAS**  
**(Membro)**

**Dr<sup>a</sup>. Cristina Maria Monteiro Machado**  
**EMBRAPA HORTALIÇAS**  
**(Membro)**

**Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Wilma Coelho Araújo**  
**DEPARTAMENTO NUTRIÇÃO – UnB**  
**(Membro Suplente)**

“Mas é preciso ter força, é preciso ter  
raça  
É preciso ter gana sempre...  
Mas é preciso ter manha, é preciso ter  
graça É preciso ter sonho sempre  
Quem traz na pele essa marca  
Possui a estranha mania de ter fé na  
vida.”  
Milton Nascimento e Fernando Brant

## **Dedicatória**

**Dedico este trabalho em especial ao meu filho Everton (*in memoria*), que tanto torceu e incentivou nos meus estudos, saibam que onde estiver estará sempre torcendo por mim.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar forças, discernimento, mostrando o caminho e concedendo mais esta vitória;

À Universidade de Brasília,(UnB) pela oportunidade;

Ao Centro Nacional de Pesquisas e Hortaliças (CNPH), pelo apoio financeiro concedido e pelo grande estímulo dado ao acreditar na realização deste trabalho.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro;

Aos meus amigos e familiares pela força e incentivo;

Ao meu orientador Dr. Celso Luiz Moretti, que sempre disposto, contribuiu muito, transmitindo seus conhecimentos acadêmicos e experiências profissionais;

À Dr<sup>a</sup> Cristina Maria Monteiro Machado, pela co-orientação, ensinamentos e valiosas sugestões para a realização deste trabalho;

À pesquisadora Dr<sup>a</sup> Leonora M. Mattos, pelo apoio, amizade, dedicação, e ensinamentos;

À amiga Ana Paula que com tanto esforço me ajudou a realizar este trabalho;

À Dr<sup>a</sup> Patrícia Gonçalves B. de Carvalho, pelos ensinamentos e apoio;

Ao pesquisador Dr. Jairo Vidal, pela disponibilidade e apoio no fornecimento das cenouras;

À minha sobrinha Eduarda, seu noivo Leonardo, e minha irmã Lucelena pela formatação do trabalho e por estarem sempre ao meu lado incentivando na sua realização;

À minha Cunhada Sueli de Melo Alvares, e minha querida sobrinha Maria Paula por elas existirem na minha vida e por estarem sempre ao meu lado nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de mestrado pela amizade verdadeira que tenho certeza é para a vida toda, e em especial ao amigo Marcio Antonio Mendonça e a Tatiana Evangelista, pelos momentos de aprendizagem e amizade compartilhados.

À todos os meus 14 irmãos que estão sempre torcendo por mim;

Ao João Batista que sempre esteve pronto para ajudar nos experimentos;

À Ilma e o Ronaldo pelas orações e apoio;

A todos os pesquisadores e amigos da Embrapa hortaliças, que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## **Sumário**

<b>Listas de figuras</b>	<b>X</b>
<b>Listas de tabelas</b>	<b>XI</b>
<b>Resumo</b>	<b>XIII</b>
<b>1.Introdução</b>	<b>18</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Objetivo geral</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Objetivos específicos</b>	<b>21</b>
<b>3. Revisão de literatura</b>	<b>22</b>
3.1 Cenoura	<b>23</b>
3.2 Cenoura como fonte de nutrientes	<b>24</b>
3.3 Processamento mínimo	<b>26</b>
3.4 Alternativas de aproveitamento dos resíduos do processamento mínimo	<b>31</b>
3.4.1 Pasteurização	<b>31</b>
3.4.2 Secagem	<b>33</b>
3.4.3 Massas alimentícias	<b>35</b>
3.4.4 Vida útil dos alimentos	<b>37</b>
3.4.5 Embalagem	<b>37</b>
3.4.6 Análise sensorial	<b>38</b>
<b>3.7 Materiais e métodos</b>	<b>40</b>
3.7.1 Preparo do material	<b>40</b>
3.7.1.2 Processamento mínimo	<b>40</b>
<b>3.7.2 Artigo 1</b>	<b>41</b>
Tratamentos	<b>41</b>
Análise estatística	<b>42</b>
Análises químicas	<b>43</b>
Matéria seca	<b>43</b>
<b>3.7.3 Artigo 2</b>	<b>45</b>
Tratamento	<b>45</b>
Análise estatística	<b>46</b>
Preparo da amostra	<b>46</b>
Análises químicas	<b>47</b>
<b>3.7.4 Artigo 3</b>	<b>49</b>
Tratamento	<b>49</b>

Preparo do material	49
Avaliação sensorial	50
Análises químicas	51
Carotenóides totais	51
Determinação de perfil de carotenóides	51
Açúcares totais	52
Açúcares redutores Tempo de cozimento	52
Avaliação da qualidade do macarrão	53
Aumento de peso	53
Aumento de volume	53
Perda de sólidos solúveis totais	54
Análises estatística	54
 <b>4. Artigo 1 – Desenvolvimento de farinha de cenoura a partir de resíduos do processamento mínimo de minicenouras</b>	 59
<b>Resumo</b>	59
<b>Abstract</b>	59
<b>Introdução.</b>	60
<b>Materiais e métodos</b>	61
Matéria-prima e preparo do material	61
Análises químicas	61
Matéria seca	61
Perfil de carotenóides	62
Açúcares totais	63
Açúcares redutores	63
Análise estatística	63
<b>Resultados e discussão</b>	64
Curvas de secagem das raspas de cenoura	64
$\alpha$ -caroteno	65
$\beta$ -caroteno	67
cis- $\beta$ -caroteno	65
Açúcares totais	68
Açúcares redutores	68
<b>Conclusão</b>	70
<b>Referências Bibliográficas</b>	71
 <b>5. Artigo 2 - Desenvolvimento de polpa pasteurizada de cenoura a partir dos resíduos do processamento mínimo e avaliação de compostos funcionais do produto obtido</b>	 80
<b>Resumo</b>	81
<b>Abstract</b>	82
<b>Introdução</b>	85
<b>Materiais e métodos</b>	87



Matéria-prima e preparo do material	87
Análises químicas	88
Perfil de carotenóides	89
Açúcares totais	89
Açúcares redutores	90
Análise estatística	92
<b>Resultados e discussão</b>	93
Binômios temperatura - tempo de pasteurização	94
$\alpha$ -caroteno	94
$\beta$ -caroteno	94
cis- $\beta$ -caroteno	97
Açúcares totais	97
Açúcares redutores	97
<b>Conclusão</b>	98
<b>Referências Bibliográficas</b>	98

## 6. Artigo 3 - Formulações de macarrão enriquecidos com farinha de cenoura e selecionados por análise sensorial

	107
<b>Resumo</b>	108
<b>Abstract</b>	109
<b>Introdução</b>	110
<b>Materiais e métodos</b>	112
Preparo do material	112
Avaliação sensorial	113
Análises químicas e físicas das formulações do macarrão	114
Tempo de cozimento	115
Aumento de peso	115
Aumento de volume	115
Perda de sólidos solúveis totais	115
<b>Resultados e discussão</b>	115
Teste de ordenação do macarrão	115
Aceitabilidade do macarrão de cenoura	116
Intenção de compra do macarrão	118
Características de qualidade do macarrão de cenoura	120
<b>Conclusão.</b>	122
<b>7. Referências Bibliográficas</b>	123
<b>Anexos</b>	132
<b>Anexo I</b>	132
<b>Anexo 2</b>	134

## Lista de figuras

<b>Materiais e métodos</b>	<b>38</b>
Figura 1 – Descrição das etapas de processamento para a obtenção das raspas de cenoura visando para a elaboração da farinha	42
Figura 2 – Descrição das de processamento para a obtenção da farinha de cenoura	45
Figura 3 – Descrição das de processamento para a obtenção da polpa pasteurizada de cenoura	47
Figura 4 – Descrição das de processamento para acompanhamento da vida de prateleira da polpa de cenoura	48
Figura 5 – Descrição das de processamento do macarrão de farinha de minicenouras e análise sensorial	49
<b>Artigo 1</b>	<b>54</b>
Figura 1 – Curvas de secagem das raspas de minicenouras nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas	65
Figura 2 – Concentrações de $\alpha$ -caroteno durante a secagem das raspas de cenoura nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas	66
Figura 3- Concentrações de $\alpha$ -caroteno na farinha de minicenouras durante 70 dias de armazenamento em quatro embalagens	67
Figura 4 – Concentrações de $\beta$ -caroteno durante a secagem das raspas de minicenouras nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas	69
Figura 5 – Concentração de $\beta$ -caroteno durante armazenamento em quatro embalagens por 70 dias	70
Figura 6 – Concentrações de cis- $\beta$ -caroteno durante a secagem das raspas de minicenouras nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas	72
Figura 7 – Concentrações de cis- $\beta$ -caroteno durante armazenamento em quatro embalagens por 70 dias	73
Figura 8 – Concentração dos açúcares totais na farinha de minicenouras durante secagem nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas	

	74
Figura 9 – Concentrações de açúcares redutores na farinha de minicenouras durante secagem nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas	75
<b>Artigo 2</b>	<b>73</b>
Figura 1 – Curvas de pasteurização nos binômios temperatura - tempo 65 °C/ 30', 75 °C / 8' e 85 °C / 1' durante 2 horas	87
Figura 2 – Concentrações de $\alpha$ -caroteno na polpa de minicenouras pasteurizada em diferentes binômios temperatura - tempo	88
Figura 3 – Concentrações de $\alpha$ -caroteno na polpa de minicenouras pasteurizada durante armazenamento	89
Figura 4 – Concentrações de $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras pasteurizada em diferentes binômios temperatura - tempo	91
Figura 5 - Concentrações de $\beta$ -caroteno na polpa de cenoura pasteurizada durante armazenamento	92
Figura 6 – Concentrações de cis- $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras pasteurizada em diferentes binômios temperatura - tempo	94
Figura 7 – Concentração de cis- $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras durante armazenamento	95
Figura 8 – Concentrações de açúcares totais na polpa de minicenouras pasteurizada em diferentes binômios temperatura - tempo	97
Figura 9 – Concentrações de açúcares totais na polpa de minicenouras durante armazenamento	98
Figura 10 – Concentrações de açúcares redutores na polpa de minicenouras pasteurizada em diferentes binômios temperatura - tempo	99
Figura 11 – Concentrações de açúcares redutores na polpa de minicenouras durante armazenamento	100
<b>Artigo 3</b>	<b>98</b>
Figura 1 – Frequência de notas atribuídas pelos provadores em relação á intenção de compra do macarrão de farinha de cenoura comparado com um macarrão especial	118
Figura 2 – Frequência de notas atribuídas pelos provadores em relação á intenção de compra do macarrão de farinha de cenoura comparado com um macarrão comum	119

## **Listas de tabelas**

<b>Materiais e métodos</b>	<b>38</b>
Tabela 1- Preparações das formulações de macarrões de farinha de cenoura	<b>50</b>
<b>Artigo 3</b>	<b>98</b>
Tabela 1- Preparações das formulações de macarrões de farinha de cenoura	<b>112</b>
Tabela 2 - Médias do teste de ordenação atribuídas pelos provadores para as formulações de macarrão	<b>115</b>
Tabela 3 - Médias das notas teste de aceitação para as formulações de macarrão comparados pelo teste Tukey	<b>117</b>
Tabela 4 - Características de cozimento das formulações de macarrão de farinha de minicenouras	<b>120</b>
Tabela 5 - Perfil de carotenóides da farinha e do macarrão determinados por cromatografia líquida de alta eficiência	<b>121</b>

## **Aproveitamento do resíduo de processamento mínimo de cenoura no desenvolvimento de novos produtos alimentícios**

### **Resumo**

O processamento de minicenouras gera 30 % de resíduos ricos em nutrientes e na maioria das vezes estes resíduos têm uma destinação imprópria. Frente a esta situação torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem seu uso na alimentação humana visto que boa parte da população sofre de desnutrição. O objetivo deste trabalho foi criar alternativas de aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de minicenouras na alimentação humana por meio do desenvolvimento de dois novos produtos. O estudo foi dividido em três experimentos. Cenouras (*Daucus carota* L.) linhagem 0612435, linhagem 0612428 e cultivar Juliana oriundas do campo experimental da Embrapa Hortaliças e do comércio local de Brasília, foram selecionadas e lavadas em água corrente, classificadas e minimamente processadas por abrasão em máquina processadora por 36 segundos. Os resíduos desse processamento foram centrifugados e ao produto resultante deu-se o nome de polpa bruta. No primeiro experimento analisou-se o efeito de três temperaturas de secagem (50 °C, 60 °C, e 70 °C) da polpa para elaboração da farinha e a vida de prateleira desta farinha. Retiraram-se alíquotas dos materiais no tempo zero e a cada hora, durante sete horas, para a realização das análises. Foram analisados o perfil de carotenóides, o teor de açúcares totais e de redutores. Posteriormente foi estudado o efeito do armazenamento e de embalagens (polietileno de alta e baixa densidade, transparente e leitosa) na qualidade nutricional da farinha seca a 50 °C por 7 horas. O período de armazenamento foi de três meses. Retiraram-se amostras do material no tempo zero e, a cada 10 dias de armazenamento, para análises do perfil de carotenóides, teor de açúcares totais e redutores da farinha. No segundo experimento a polpa bruta foi submetida à pasteurização em três binômios temperatura / tempo (65 °C / 30 minutos 75 °C / 8 minutos e 85 °C / 1 minuto). Inseriram-se termopares nos frascos com as polpas, mantidos em banho aquecido, em seu ponto frio, até o tempo programado para os três binômios. Acompanhou-se a temperatura nos três binômios durante duas horas. Avaliou-se o perfil de carotenóides, os teores de açúcares totais e de açúcares redutores antes e depois da pasteurização nos três binômios temperatura / tempo. Em seguida estudou-se o efeito do armazenamento da polpa pasteurizada (binômio 85 °C / 1 minuto) em diferentes condições ambientais, sendo frascos abertos e fechados sob refrigeração a 10 °C e frascos fechados em temperatura ambiente (24 °C  $\pm$  1). Retiraram-se alíquotas a cada 5 dias durante 20 dias. Foram analisados o perfil de carotenóides e os teores de açúcares totais e redutores. No terceiro experimento, desenvolveram-se nove formulações de macarrões, variando a concentração de farinha de cenoura (5%, 10% e 15%) e a granulometria (100, 200 e menor que 200 mesh). Aplicou-se um teste de ordenação, com 20 provadores previamente treinados e as quatro melhores formulações foram escolhidas. Posteriormente, aplicou-se um teste de aceitação com 57 provadores para as quatro formulações, sendo que dois obtiveram uma melhor avaliação. Foram feitas análises de perfil de carotenóides, aumento de peso e de volume e sólidos solúveis totais nas duas amostras escolhidas. Observou-se que na temperatura de 70 °C a perda de água aconteceu de maneira mais acentuada após 4 horas de secagem e nas outras duas temperaturas, diferentemente da de 70 °C, após 5 horas de secagem houve uma estabilização e a umidade manteve-se constante até o final do tempo. Observou-se que os teores de  $\alpha$ -caroteno na temperatura de 50 °C se manteve mais estável do que nas temperaturas de 60 °C, 70 °C e durante o armazenamento a embalagem mais adequada e que melhor preservou as características de qualidade estudadas foi a de PEBD transparente. Os resultados para de  $\beta$ -caroteno durante a secagem indicaram perdas em média de 56%, 63% e 72% em peso seco, do valor inicial, após as sete horas de secagem, para as temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C, respectivamente, o que refletiu na cor da farinha obtida nas diferentes temperaturas. Durante o armazenamento houve clara tendência de redução dos teores de  $\beta$ -caroteno por 70 dias. Foi observado o aparecimento do *cis*- $\beta$ -caroteno, durante a secagem e o armazenamento, sendo mais acentuado com quantidades significativas durante o período de armazenamento, indicando claramente que houve uma conformação na isomerização do  $\beta$ -caroteno, que perde a sua atividade de pro vitamínico A. Ocorreu uma redução na concentração dos açúcares totais nas primeiras 3 horas de secagem, já

durante o armazenamento não houve diferença significativa entre as concentrações por todo o período analisado. Nos resultados da pasteurização da polpa de cenoura verificou-se que no binômio de 85 °C por 1 minuto as amostras atingiram o ponto frio em um menor espaço de tempo, 38 minutos. Constatou-se que com os valores obtidos para o  $\alpha$ -caroteno, na polpa pasteurizada, houve uma degradação antes e após a pasteurização nos três binômios. Durante o período de vinte dias, verificou-se que a concentração de  $\alpha$ -caroteno nas amostras da polpa armazenada a temperatura ambiente, em frasco fechado, houve uma redução de até 47% e para as amostras abertas sob refrigeração este decréscimo chegou a 30%. Observou-se que ocorreu uma perda gradual nas concentrações de  $\beta$ -caroteno em mg/g matéria fresca, antes e depois da pasteurização, chegando a aproximadamente 25% do teor inicial nos binômios 75°C/ 8 min e 85°C/ 1 min. Os resultados obtidos neste trabalho apontam que, ocorreu um aumento na formação do cis- $\beta$ -caroteno durante as etapas de pasteurização e armazenamento, sendo que no armazenamento o aumento do cis- $\beta$ -caroteno foi mais intenso. Conclui-se que o ideal é que a polpa seja acondicionada sob refrigeração, em frasco fechado por um prazo de 15 dias. Ocorreu uma elevação tanto nos teores de açúcares totais quanto nos redutores em todos os tratamentos após o processo de pasteurização para os três os binômios estudados. Verificou-se que as formulações de macarrão com substituição de 10% pela farinha de cenoura tornaram o macarrão ainda mais nutritivo e com aspecto de uma massa integral. Nas condições em que foi conduzido o presente trabalho, concluiu-se que o aproveitamento do resíduo de minicenouras é uma alternativa interessante e que, ainda, pode contribuir de maneira significativa para a diminuição da poluição ambiental e do desperdício, agregando valor a um novo produto a ser utilizado na alimentação humana.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais, minicenouras, polpa de cenoura, farinha de cenoura.

## Development of novel foodstuff using fresh-cut baby carrots by-products

### Abstract

Minimal processing of carrots generates 30% of by-products that are rich in nutrients and, in most cases, are not properly used. Considering the situation described it is desirable to develop new technologies that will allow the utilization of these by-products in human diet. The objective of the present work was to create alternatives for the utilization of fresh-cut baby carrots by-products in human diet through the development of novel foodstuff. The study was developed divided in 3 experiments. Carrots (*Daucus carota* L.), lines 0612435, 0612428 and the hybrid Juliana were either harvested in experimental fields or obtained in the local market and then selected, washed in tap water, and minimally processed as baby carrots by abrasion for 36 seconds using a processor. By-products were centrifuged and the final product obtained was named raw pulp. In the first set of experiments the effect of three different drying temperatures (50 °C, 60 °C and 70 °C) of the pulp were evaluated for the obtention of carrot flour. The pulp was sampled in the beginning of the experiment and every hour during seven hours. Carotenoids profile and the content of total and reducing sugars were evaluated. Afterwards, the effect of storage and packaging (low and high density polyethylene, translucent and latescent) in the nutritional quality of flour dried for 7 hours at 50 °C were analyzed. The flour was dried for 70 days and sampled every 10 days. Carotenoids profile and the content of total and reducing sugars were evaluated. In the second set of experiments raw pulp was placed in glass flasks and submitted to pasteurization in three temperature / time combinations (65 °C / 30 min; 75 °C / 8 min; and 85 °C / 1 min). Thermocouples were positioned in the cold spot inside the flasks, which were kept in hot water bath, until the schedule time for each treatment. Carotenoids profile and the content of total and reducing sugars were evaluated before and after pasteurization. The shelf life of the pasteurized pulp (85 °C / 1 min.) was also evaluated under different ambient conditions. In the third experiment nine macaroni formulations, prepared with carrot flour, were evaluated considering three different contents of carrot flour (5, 10, and 15%) and size of flour particles (100, 200, and smaller than 200 mesh). Sensory analysis was carried out using 20 panelists and the four best formulations were chosen. Lately, another sensory analysis was performed, with the participation of 57 panelists, and two had the highest scores. The following analysis were carried out: carotenoids profile, increase in weigh and volume and total soluble solids. It was observed that water loss occurred faster at 70 °C when compared to the other drying temperatures. After 5 hours of drying humidity was stable and remained like that until the end of the experiment. It was verified that the contents of  $\alpha$ -carotene were more preserved at 50 °C when compared to the other two studied temperatures. During storage, packaging using latescent films had a better result when compared to the translucent plastic films. The material dried for seven hours lost 56%, 63%, and 72% of  $\beta$ -carotene when dried at 50 °C, 60 °C, and 70 °C, respectively, what had a significant effect in the flour's color. During storage for 70 days there was a clear reduction tendency in  $\beta$ -carotene content. Cis- $\beta$ -carotene was synthesized during drying and storage, being more pronounced in the later one, indicating the isomerization of  $\beta$ -carotene. Total sugars content reduced in the first three hours of drying, but no significant changes were observed during storage. Samples pasteurized at 85 °C for 1 min reached the cold spot faster than the other ones.  $\alpha$ -carotene had a degradation, in the pasteurized pulp, for the three studied time – temperature combinations. During pasteurized pulp storage there was a reduction of  $\alpha$ -carotene around 47% for the material stored in closed flasks at ambient conditions and around 30% for the flasks stored opened under refrigeration. Pasteurization caused a gradual loss of  $\beta$ -carotene and this loss was around 25% of the initial content for the combinations of 75°C/ 8 min and 85°C/ 1 min. The results obtained in the present work pointed out an increase in the content of cis- $\beta$ -carotene during pasteurization and storage, being higher in the last procedure. It was concluded that pulp must be stored under refrigeration, in closed flasks, for up to 15 days. Both reducing and total sugars increased in all treatments after pasteurization for the three different time-temperature combinations. It was also concluded that macaroni formulations where 10% of wheat flour was substituted with carrot flour are more nutritious. In the conditions the experiments were carried out it was concluded that utilization of fresh-cut baby carrots by-products is an interesting

alternative and, furthermore, can significantly contribute for the reduction in environmental pollution, adding value to new products that can be used in the human diet.

Key-words: agro industrial by-products; baby-carrots; pulp; flour



## **Introdução**

## 1. Introdução

Nos últimos anos o processamento mínimo de hortaliças tem ganhado destaque no mercado mundial, pela conveniência do consumo imediato e por proporcionar um produto com características sensoriais e nutricionais semelhantes ao fruto intacto. No entanto, as operações inevitáveis ao preparo, tais como o descasque e a redução do tamanho, resultam em perdas de matéria-prima e de água além da aceleração da ação enzimática, que favorece o crescimento da taxa respiratória, expondo o produto à contaminação devido ao rompimento da casca protetora, tornando o fruto ainda mais perecível. Desta forma, ocorre uma contribuição para o aumento significativo das perdas de produtos processados e eleva a produção de resíduos agroindustriais (MORETTI, 2007).

Num mundo globalizado, onde boa parte da população encontra sérias dificuldades para conseguir alimento, é inconcebível que uma atividade agroindustrial continue desperdiçando um resíduo que potencialmente poderia ser utilizado como matéria-prima na indústria de alimentos, tanto para o desenvolvimento de novos produtos quanto para a extração de compostos antioxidantes (MORETTI & MACHADO, 2006).

A participação crescente da mulher no mercado de trabalho, a diminuição do tamanho das famílias, o aumento de pessoas morando sozinhas e maiores preocupações com a saúde resultam em um consumidor mais consciente e exigente. Além disso, à medida que aumenta a renda *per capita* e o país se desenvolve, ocorrem mudanças nos hábitos alimentares, cuja tendência é para produtos mais práticos, saudáveis e prontos para o consumo. Esta alteração de comportamento e as novas necessidades da população provocam mudanças no foco do agronegócio de minimamente processados (SILVA *et al.*, 2002). Nesse contexto, o aproveitamento do resíduo do processamento de minicenouras pode atender a essas novas demandas de produtos saudáveis e práticos ao mesmo tempo.

Os primeiros cultivos de cenoura (*Daucus carota* L.) no Brasil ocorreram na região Sul, expandindo-se, em seguida, para o Sudeste onde estão as maiores

produções e consumo desta hortaliça. A cenoura é a hortaliça de raiz com maior valor econômico, sendo consumida crua ou cozida, sozinha ou como integrante de uma infinidade de pratos e receitas (MANGELS *et al.*, 1993).

A cenoura é considerada um alimento funcional, pois além de compor a lista de hortaliças ricas em nutrientes da alimentação básica, seu consumo beneficia uma ou mais funções do organismo e, desta forma, contribui com o estado de saúde e bem-estar, podendo amenizar riscos de doenças, quando consumida em quantidades e intensidade regulares (MORETTI *et al.*, 2007). É uma das principais hortaliças que tem sido minimamente processada no Brasil nas mais diversas formas, como raladas, em cubos, em rodela, palitos e, mais recentemente, na forma de minicenouras. Para agroindústria, o retorno desse tipo de processamento é muito alto, pois ele apresenta uma grande capacidade de agregar valor ao produto (MORETTI & MACHADO, 2006).

Este processo consiste na remoção das superfícies angulares de pedaços de raiz de cenoura cortados em tamanho padronizado, utilizando-se um equipamento denominado torneadora. Os pedaços são submetidos à abrasão, tornando-se arredondados. Entretanto, a geração de resíduo no processamento mínimo é um entrave tecnológico. De fato, neste processo, pelo menos 30% da matéria-prima é convertida em raspas, que é uma importante fonte de  $\beta$ -caroteno. Esse pigmento vegetal, ao ser ingerido pelo organismo humano, se transforma em vitamina A (EMBRAPA, 2003).

De modo geral, a indústria alimentícia gera como subproduto do processo de produção de alimentos uma quantidade significativa de resíduos sólidos e líquidos. Esses resíduos surgem como resultado natural da produção e preparo dos alimentos. Entretanto, eles causam sérios problemas de acomodação e poluição do meio ambiente, sem contar o desperdício de nutrientes que poderiam ser utilizados para outros fins (LAUFENBERG *et al.*, 2003).

Com medidas de conscientização social e políticas estratégicas adotadas mundialmente em relação à preservação do meio ambiente, as indústrias alimentícias vêm investindo em pesquisas, equipamentos e qualificação de mão-de-obra no sentido de minimizar a produção desses resíduos, encarados até então

como perdas no processo de industrialização. Por outro lado, as indústrias também têm se especializado no reaproveitamento inteligente desses resíduos, transformando-os em subprodutos para fins mais nobres, como o enriquecimento nutritivo de outros produtos, gerando maior eficiência econômica enquanto preserva o meio ambiente (LAUFENBERG *et al.*, 2003).

Algumas agroindústrias de processamento mínimo de cenouras têm usado resíduos na produção de compostos orgânicos, que são posteriormente utilizados como adubo, melhorando a estrutura física e química dos solos. Entretanto, essas raspas de cenoura podem ser utilizadas na alimentação humana o que pode tornar ainda mais viável a atividade de processamento mínimo no País, além de contribuir para uma melhora nutricional da população brasileira (MORETTI & MACHADO, 2006).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

Estudar alternativas para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, práticos e nutritivos com agregação de valor, a partir das raspas geradas no processamento mínimo de minicenouras.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Estudar os efeitos de diferentes temperaturas de secagem no resíduo do processamento mínimo de minicenouras para obtenção de farinha, e avaliar a vida de prateleira desta farinha em diferentes embalagens.
- Estudar os efeitos da pasteurização nos resíduos do processamento de minicenouras em diferentes binômios temperatura / tempo e avaliar a vida de prateleira da polpa armazenada, em diferentes ambientes.
- Avaliar a vida de prateleira da polpa armazenada em diferentes temperaturas durante 20 dias.
- Utilizar os resíduos gerados no processamento mínimo de minicenouras desenvolvendo formulações de macarrão com diferentes granulometrias e concentrações de farinha de minicenouras.

## **Revisão Geral de Literatura**

### 3. Revisão de Literatura

#### 3.1 Cenoura

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma planta da família das umbelíferas, produz uma raiz aromática e comestível, caracterizando-se como uma das mais importantes olerícolas, pelo seu grande consumo em todo mundo, pela extensão de área plantada e pelo grande envolvimento sócio-econômico dos produtores rurais. É também uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, apresentando a maior produção no período de julho a novembro, preferindo climas amenos, conforme a variedade. Dentro deste cenário, foi desenvolvida a cultivar de polinização aberta denominada "Esplanada", que apresenta adaptação às condições climáticas brasileiras, características de raízes adequadas para fins de processamento e resistência à queima-das-folhas, o que viabiliza seu cultivo sem o emprego de agrotóxicos em qualquer época do ano nas principais regiões de produção.

A "Esplanada" tem o potencial para ocupar uma posição estratégica na cadeia produtiva de cenoura, podendo viabilizar a produção de minicenouras durante todo o ano no País. Esta cultivar apresenta excelente qualidade, com coloração interna da raiz mais uniforme e menor incidência de ombro verde em relação às cultivares atualmente plantadas no verão. Além disso, as raízes são longas (comprimento >20 cm) e finas (diâmetro <3 cm) aos 90 dias após a semeadura, o que garante maior rendimento industrial na produção de cenourete (VIEIRA, 2005).

Pinedo (2003) informa sobre a composição centesimal média da cenoura nas seguintes representações:

Tabela 1 – Conteúdo de vitaminas e minerais da cenoura (mg/100 gramas).

Vitaminas	Valores	Minerais	Valores
Caroteno( µg)	8115*	Fe (mg)	0,3
B6 (mg)	0,14	K (mg)	170
E (mg)	0,56	Ca (mg)	25
C (mg)	6	Mg (mg)	3
Riboflavina (mg)	0,01	P (mg)	15

Fonte: Pinedo (2003).

\*Valores oscilando entre 4300 e 11000 µg

No Brasil as importações de hortaliças frescas e minimamente processadas ocorrem de maneira lenta, embora disponha de grande variedade de produtos hortícolas. São constatadas perdas significativas em toda sua cadeia de produção que vai desde o plantio, a colheita, o processamento e até o transporte, armazenamento e conservação do alimento, devido a carência de uso de tecnologias inadequadas (PILON, 2003).

A falta de acesso à alimentação e, por consequência, a fome e a subnutrição têm sido causa da morte de milhares de pessoas nas mais variadas partes do planeta. Enquanto isso, pesquisas revelam que a quantidade de alimentos produzidos e disponíveis no mundo é mais do que suficiente para suprir as necessidades mínimas de todos os seres humanos. Segundo a FAO, órgão das Nações Unidas para agricultura e alimentação, no ano de 1996, já havia sido registrado a existência de estoque mundial de alimentos, suficiente para suprir toda a população do globo, considerando uma dieta de 2.700 kcal/dia, por pessoa (MARTINS & FARIAS, 2003).

### 3.2 Cenouras como fonte de nutrientes

A inclusão de hortaliças na dieta alimentar traz muitos benefícios, sabe-se que essa categoria de alimentos é rica em vitaminas, fibras e sais minerais, e



estes nutrientes trazem uma série de benefícios, entre os quais, a melhora no processo digestivo, prevenção de doenças cardiovasculares, e o combate a neoplasias (GONSALVES, 1986), citando como exemplo a cenoura, que possui atividade antioxidante, e próvitamina A.

A cenoura é uma das hortaliças mais utilizada para a extração do  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno com uma gama enorme de aplicações, tanto na indústria farmacêutica quanto na de alimentos, são utilizados como corantes em margarina, manteiga, queijos e macarrão (LIMA *et al.*, 2004; BARUFFALDI *et al.*, 1983). Esta hortaliça é uma das principais fontes de origem vegetal destes pigmentos, que são carotenóides provitamínicos A, e podem ser transformados em vitamina A dentro do organismo animal (EMBRAPA, 2003).

Os carotenóides compõem um dos grupos de pigmentos naturais mais extensamente encontrados na natureza, responsáveis pelas colorações, do amarelo ao vermelho, de flores, folhas, frutas, algumas raízes (cenoura), gema de ovo, lagosta e outros crustáceos, peixes, pássaros (LIMA *et al.*, 2004; BRITTON, 1992; PINHEIRO *et al.*, 1998). A deficiência de vitamina A constitui sério problema de saúde pública sendo considerada uma doença grave. A ingestão diária recomendada de vitamina A deveria estar entre 375  $\mu$ g a 850  $\mu$ g, de acordo com a fase de vida do indivíduo (Tabela 2).

**Tabela 2. Recomendações dietéticas de Vitamina A (segundo IDR):**

Bebês	0 a 6 meses	375 $\mu$ g
	7 a 11 meses	400 $\mu$ g
Crianças	1 a 3 anos	400 $\mu$ g
	4 a 6 anos	450 $\mu$ g
	7 a 10 anos	500 $\mu$ g
Adultos	> 11 anos	600 $\mu$ g
Gestantes		800 $\mu$ g
Lactantes		850 $\mu$ g

Fonte: BRASIL, 2004.

A carência de vitamina A, em diversos estágios de gravidade, afeta quase um bilhão de pessoas no mundo, calculando-se que, a cada ano, esta carência é responsável direta pela morte de mais de dois milhões de crianças nos primeiros anos de vida (HUMPHREY *et al.*, 1992). A deficiência de vitamina A é um dos problemas nutricionais mais freqüentes no mundo (GERALDO *et al.*, 2003).

Os carotenóides têm a capacidade de reduzir o risco de doenças cardiovasculares, devido às suas propriedades antioxidantes, sendo capazes de interromper as reações de radicais livres que podem oxidar lipídeos insaturados (PIMENTEL *et al.*, 2005).

Deve-se observar, nos carotenóides, o grande número de duplas ligações, embora sejam essenciais para sua estrutura, os tornam susceptíveis à degradação por oxidação. Por isso os carotenóides são estáveis quando a estrutura do alimento está intacta e são rapidamente degradados quando o alimento sofre alguma alteração física e, ainda, quando são expostos ao calor, luz e oxigênio (RAMOS, 1991).

### **3.3 Processamentos mínimo**

Por definição, o produto minimamente processado é “qualquer fruta ou hortaliça, ou combinação desses vegetais, que tenha sido fisicamente alterada, mas permanecendo no seu estado fresco (International Fresh-cut Produce Association – IFPA, 1999; Moretti *et al.*, 2000). Além de minimamente processados, pode-se encontrar na literatura termos como levemente processados, suavemente processados e ainda o termo sem tradução como “fresh-cut” (Wiley, 1994).

No Brasil, o início da atividade de processamento mínimo de frutas e hortaliças ocorreu com a chegada das redes “fast foods” na década de 70. As hortaliças mais comercializadas eram a alface, a cebola e a cenoura (MORETTI, 2007).

O aumento da demanda que começou no Rio de Janeiro em 1979 e em São Paulo em 1980 incentivou a busca de tecnologias nacionais para atender o

mercado de hortaliças minimamente processadas. Ocorreu, então, uma improvisação e adaptação de equipamentos existentes como chuveiros caseiros para enxágüe, entre outros. Em meados dos anos 90, institutos de pesquisas e universidades iniciaram estudos no intuito de desenvolver tecnologias, que possibilitassem a ação de empresários no setor de maneira mais organizada e competitiva (MORETTI, 2007).

Hoje no Brasil o setor de frutas e hortaliças minimamente processadas ainda é pequeno, em relação ao mercado consumidor. A comercialização está entre os médios e grandes centros urbanos, mostrando uma tendência de consumo por parte da população de maior renda (MORETTI, 2007).

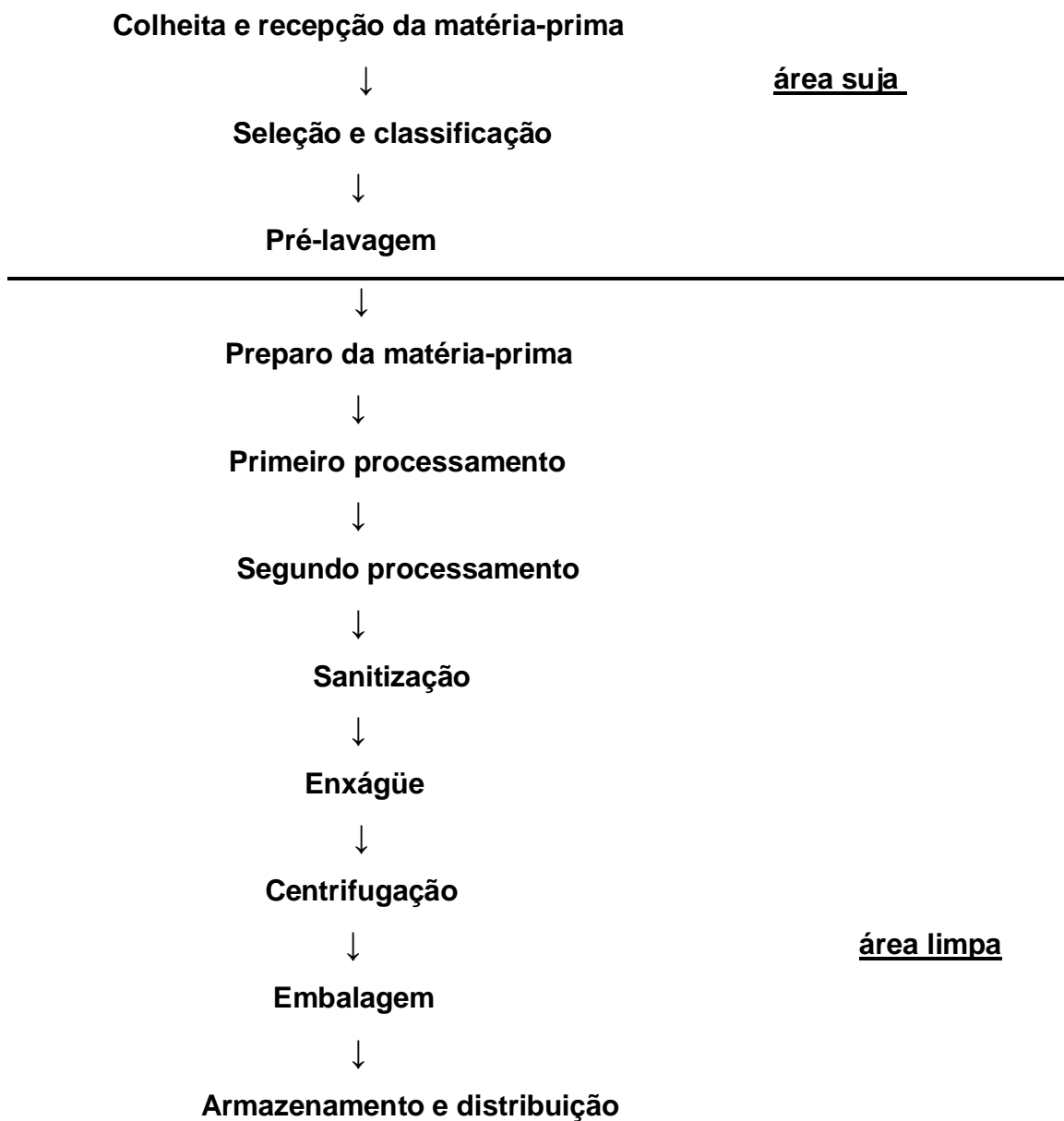
O consumo de produtos minimamente processados vem crescendo rapidamente, tanto nos lares quanto em restaurantes. Visando principalmente à conveniência dos consumidores, hortaliças e frutas são preparadas e manuseadas com a finalidade de oferecer um produto fresco e saudável, entretanto o processamento mínimo gera resíduos ricos em nutrientes, e estes podem ter uma destinação nobre e serem utilizados na alimentação humana (MORETTI & SARGENT 2002; MACHADO *et al.*, 2006). Dentre estes vegetais a cenoura apresenta um grande potencial para as indústrias de alimentos devido principalmente ao seu alto teor de carotenóides e minerais (PINEDO, 2003).

No ano de 2001 foi desenvolvida na Embrapa Hortaliças a tecnologia de processamento mínimo de cenoura, que viabiliza a utilização de raízes finas, transformando-as em minicenouras. Este produto é saudável, visualmente atrativo, pronto para ser consumido *in natura*, cozido ou em conserva. A tecnologia de produção das minicenouras traz vantagens aos segmentos da cadeia produtiva de cenoura, agregando valor à categoria de raízes de baixo valor comercial, reduzindo perdas e substituindo a importação. Esta atividade exige baixo nível de investimento e tem sido adotada por diversas agroindústrias de base familiar (MORETTI, 2004).

O processamento mínimo consiste na remoção das superfícies angulares de pedaços de raiz de cenoura cortados em tamanho padronizado, utilizando-se um equipamento denominado torneadora. Os pedaços são submetidos à abrasão,

tornando-se arredondados (EMBRAPA, 2003).

As etapas da produção do processamento mínimo de cenoura (Figura 1) estão descritas a seguir, de acordo com Moretti & Mattos (2007).



#### **Colheita e recepção da matéria-prima**

Após a colheita, de preferência realizada nas horas mais frescas do dia,

as raízes devem ser colocadas à sombra e em seguida resfriadas, a temperatura deve estar em torno de 15 °C.

### **Seleção e classificação**

Nesta etapa as raízes com danos mecânicos e danos causados por insetos ou doenças são descartadas. As raízes selecionadas são então classificadas de acordo com as exigências da agroindústria para a produção de minicenouras.

### **Pré-lavagem**

Consiste na limpeza do material com água potável, para remoção de matéria orgânica e demais impurezas.

### **Preparo da matéria-prima**

As raízes são cortadas com diâmetros variando entre 2,5 cm e 3,0 cm e comprimento aproximado de 6 cm.

### **Primeiro processamento**

Após o corte da matéria prima, porções de 1 kg são colocadas na máquina torneadora, que possui lixas abrasivas de 60 mesh, para a retirada dos tecidos mais externos da raiz. O tempo de torneamento nesta etapa é de 36 segundos.

## **Segundo processamento**

Após o primeiro processamento o material é retirado da primeira torneadora e transferido para uma segunda, que possui lixas menos abrasivas, para dar o acabamento.

## **Sanitização**

A sanitização consiste na imersão do produto cortado em solução clorada (contendo cloro próprio para alimentos) em concentração entre 150 mg e 200 mg de cloro ativo/litro de água tratada e na temperatura entre 0 °C e 5 °C, por aproximadamente 10 minutos. A sanitização por cloro é geralmente efetiva, comparativamente barata, e pode ser implementada em qualquer tamanho de operação.

## **Enxágüe**

Após o tratamento com cloro, o produto deve ser enxaguado em água tratada e clorada (10 mg cloro ativo/ litro de água), por aproximadamente 5 minutos, de preferência com temperatura de entre 0 °C e 5 °C.

## **Centrifugação**

Esta etapa é extremamente importante, pois nesta etapa ocorre a retirada do excesso de água presente no produto, que pode ocasionar o crescimento de microrganismo. Coloca-se  $\pm 800$  g de minicenouras dentro de um saco de náilon e centrifuga-se ( $378 \text{ rad.s}^{-1}$ ) até parar de sair água na saída do equipamento.

## **Embalagem**

A embalagem adequada de produtos hortícolas é um dos principais

fatores que contribuem para uma comercialização bem-sucedida e também para a redução das perdas pós-colheita. Os filmes poliolefínicos, como o polietileno, e os seus copolímeros, encontram-se entre os materiais mais utilizados na confecção de embalagens de produtos hortícolas, pois apresentam alta permeabilidade a gases e funcionam como barreira ao vapor d'água.

### **Armazenamento e distribuição**

O armazenamento deve ser feito segundo as exigências do produto, como temperatura, umidade relativa e circulação de ar nas câmaras frias. As minicenouras devem ser armazenadas e comercializadas em temperatura de 5 °C.

### **3.4 Alternativas de aproveitamento dos resíduos gerados no processamento mínimo**

O processamento mínimo gera uma quantidade significativa de resíduo durante as etapas de processamento. Geralmente, os resíduos são desprezados pelas indústrias alimentícias e podem ser utilizados como fontes alternativas de nutrientes, enriquecendo o valor nutritivo dos pratos, e ainda, ajudando amenizar os problemas de desnutrição da população (PEREIRA, *et al.*, 2003).

O aproveitamento dos resíduos gerados durante o processamento mínimo dos alimentos vegetais, entre inúmeras vantagens, pode contribuir com a redução da poluição ambiental, agregar valor ao produto, diminuindo os custos de produção, e ainda, pode contribuir com o aumento de ofertas de trabalho. Uma maneira inteligente de se aproveitar os resíduos é a secagem, que proporciona uma redução do volume com a perda de água do produto, facilitando o transporte, o armazenamento e a pasteurização, que pode reduzir a carga microbiana oferecendo um produto de qualidade pronto para consumo (MARTINS *et al.*, 2003).

### 3.4.1 Pasteurização

A pasteurização foi descoberta por Louis Pasteur, químico bacteriologista francês, que realizou estudos sobre a atividade óptica, a fermentação e putrefação. Em 1862, desenvolveu um método para reduzir os microrganismos dos alimentos pelo calor, designando-o de pasteurização (POTTER, 1995).

O uso de calor para conservar alimentos é usado há bastante tempo. Vários tipos de tratamento térmico podem ser aplicados, a depender da termossensibilidade do alimento e da sua suscetibilidade à deterioração, bem como da estabilidade requerida do produto final. Um tratamento térmico seguro deve ser selecionado com base no binômio tempo-temperatura requerido para inativar os microrganismos patogênicos e deterioradores mais termorresistentes em um dado alimento e da embalagem (AZEREDO, 2004).

A pasteurização é um tratamento térmico que visa destruir alguns, mas não toda a forma vegetativa de microrganismos presentes nos alimentos elimina bactérias patogênicas, mas não deterioradoras, além de inativar enzimas. Uma das funções da pasteurização é prevenir a deterioração, e deverá ser seguida por outros tratamentos como refrigeração, aditivos químicos, embalagem, fermentação, alguns cuidados devem ser seguidos para que não ocorra uma destruição de nutrientes essenciais aos alimentos. Existem diferentes tipos de pasteurização, lenta, rápida e muito rápida (AZEREDO, 2004). Pasteurização lenta: na qual utilizam-se temperaturas menores durante maior intervalo de tempo. A temperatura utilizada é de 65°C durante trinta minutos. Pasteurização rápida: na qual utilizamos altas temperaturas durante curtos intervalos de tempo. A temperatura utilizada é de 75°C durante 15 a 20 segundos, na literatura, freqüentemente encontramos este tipo de pasteurização com a denominação HTST (High Temperature and Short Time), alta temperatura e curto tempo. Pasteurização muito rápida: na qual as temperaturas utilizadas vão de 130°C a 150°C, durante três a cinco segundos, este tipo é mais conhecido como UHT(Ultra High Temperature) ou longa vida (AZEREDO, 2004).

Durante a pasteurização a temperatura dentro dos recipientes utilizados



para o acondicionamento dos alimentos, é difundida de maneira desuniforme, a parte do centro da embalagem demora um pouco mais a se aquecer, este ponto é denominado de ponto frio, e se encontra no centro geométrico do recipiente (EVANGELISTA, 2003).

Considerando a variabilidade de tempo / temperatura e as características dos produtos, a pasteurização deve garantir a condição microbiológica exigida, a destruição das enzimas prejudiciais ao alimento. A pasteurização elimina a maioria dos microrganismos patogênicos existentes nos alimentos por estes serem relativamente sensíveis às temperaturas um pouco mais elevadas, após a pasteurização os produtos alimentares ficam com poucos microrganismos, e normalmente os que permanecem depois deste processo são benéficos (FELLOWS, 1998).

Neste trabalho utilizou-se a pasteurização da polpa de cenoura no intuito de prolongar a vida útil do produto, e garantir a sua qualidade final. A polpa é definida de acordo com a legislação como sendo o produto obtido por esmagamento das partes comestíveis de frutas carnosas por processos tecnológicos adequados, com características, organolépticas de cor sabor textura próprias e o aspecto de uma pasta mole devendo estar dentro dos padrões higiênico sanitário (BRASIL, 1978). A polpa pasteurizada de cenoura se encaixa nestas exigências por ser um produto obtido de resíduos de processos tecnológicos, do processamento mínimo de cenouras.

### **3.4.2 Secagem**

A secagem é um dos métodos de conservação mais empregados pelo homem. É utilizado, não nas formas empíricas, mas sim dentro dos moldes e controles tecnológicos. A umidade da fruta fresca, que geralmente é de 90%, com a secagem se reduz de 15 a 25%, proporcionando uma série de vantagens como: conservação do alimento, concentração de nutrientes, redução de peso e volume, maior facilidade de armazenamento, maior facilidade no transporte (EVANGELISTA, 2003).

O principal objetivo da desidratação de alimentos é prolongar a vida útil do produto, e em relação aos alimentos frescos, isso é alcançado pela redução da sua atividade de água (Aa) até um valor que iniba o crescimento e desenvolvimento de microrganismos patogênicos e esporulados, reduzindo também a atividade enzimática e a velocidade das reações químicas (BRENNAN, 1994)

A água pode influenciar a reatividade química de diversas maneiras. Ela pode agir como um reagente, como no caso da hidrólise da sacarose. Como um solvente, a água pode exercer um efeito de diluir os substratos, e deste modo diminuir a velocidade de reação. A água pode também mudar a mobilidade dos reagentes por afetar a viscosidade dos sistemas dos alimentos, assim como, também, pode formar pontes de hidrogênio ou complexos de várias espécies reagentes. Por exemplo, pode afetar a taxa de oxidação lipídica pela hidratação de metais catalíticos ou a hidroperoxidação das pontes de hidrogênio com água (ROCKLAND *et al.*, 1987).

A questão da disponibilidade de água é complexa e depende das várias formas em que a água se encontra no alimento. Não há um parâmetro único que possa ser usado como um guia para determinar a deterioração dos alimentos ou a finalização da secagem requerida para a estabilidade final do produto (MACCARTHY, 1985).

A secagem de produtos hortícolas ocupa uma posição muito representativa na área de desidratação de alimentos. Teve seu início com a secagem ao sol, com a finalidade de preservar os excedentes das colheitas para serem consumidos no período de escassez. Não há registros sobre a sua origem, mas muitos dos seus métodos têm sido utilizados até os dias presentes constituindo-se, em muitos casos, na base das atuais tecnologias de processamento (PARK *et al.*, 2001).

A secagem de alimentos de origem vegetal pode ser realizada de duas maneiras: secagem natural (ao sol ou vento) e secagem artificial (uso de secadores artificiais), ambos se baseiam na extração de água, por aquecimento, evaporação e sublimação, sob condições controladas (EVANGELISTA, 2003).

Na seleção do equipamento para secagem de alimentos deve-se levar em consideração fatores como: características físico-químicas da matéria prima a ser utilizada e a capacidade de produção do secador (PARK *et al.*, 2002).

Na secagem convectiva de um alimento sólido úmido com circulação forçada de ar, o ar fornece o calor sensível e latente necessário e também age como um transportador do vapor de água formado, movendo-o para fora da superfície de desidratação e permitindo que a evaporação ocorra. O ciclo dessa desidratação consiste em três períodos (BRENNAN, 1994).

O primeiro período representa uma estabilização, durante o qual as condições da superfície do sólido entram em equilíbrio com o ar de secagem. A duração deste período é pequena, se comparada ao tempo total de desidratação. No segundo período, a velocidade de secagem mantém-se constante. Durante este período a superfície do sólido é saturada com água. Como esta água é evaporada da superfície, ela é substituída pela água que migra do interior do sólido para superfície. A velocidade de evaporação da água contida na superfície equilibra a velocidade da transferência de calor do ar para a superfície, existindo então um estado de equilíbrio. Esse estado persiste enquanto o movimento da água para a superfície for suficiente para mantê-la em condições de saturação. No terceiro período, há uma queda na velocidade de secagem. A temperatura na superfície do sólido aumenta e aproxima-se da temperatura do ar. O processo de desidratação é encerrado quando a umidade do produto estiver em equilíbrio com a umidade do ar (BRENNAN, 1994).

A influência da secagem convectiva, por circulação forçada de ar no valor nutritivo dos alimentos é considerada um fator relevante, como no caso da composição dos carotenóides da cenoura, que durante a desidratação por ar quente ocorre uma perda de beta-caroteno, esta perda pode chegar a mais de 12%, no teor de pró-vitamina A, desta hortaliça (SOUSA, 2003).

O tempo e a temperatura de secagem dos produtos têm fundamental influência nessas perdas nutricionais, portanto devem ser otimizados a fim de obter-se um produto final de melhor qualidade com um tempo de processamento viável ao processo.

### 3.4.3 Massas alimentícias

A origem do macarrão não está esclarecida ainda. Há registros de tipos de massas, que poderiam ter originado o macarrão, na história de várias civilizações antigas, como dos assírios e babilônicos. Apesar da origem desconhecida do macarrão, sabe-se que foi difundido na Europa. Os italianos foram seus maiores difusores e consumidores, tanto que inventaram mais de 500 variedades (ABIMA, 2008).

No entanto, o ancestral do espaguete foi um produto trazido pelos árabes para a Europa, também no século XIII. No século XVIII o espaguete ou spaguetti já era tão popular que os aristocratas ingleses eram capazes de viajar até Nápoles só para comer a massa, servida em barracas no meio da rua. A palavra spaguetti significa barbante, e chegou ao Brasil, junto com outros tipos de massas, trazidos pelas primeiras famílias de imigrantes italianos (ABIMA, 2008).

De acordo com a RDC nº 93 (2000) massa alimentícia é o produto não fermentado, apresentado sob várias formas, recheado ou não, obtido pelo empasto, amassamento mecânico de farinha de trigo comum e ou sêmola / semolina de trigo e ou farinha de trigo integral e ou farinha de trigo durum e ou sêmola/semolina de trigo durum e ou farinha integral de trigo durum e ou derivados de cereais, leguminosas, raízes ou tubérculos, adicionado ou não de outros ingredientes e acompanhado ou não de temperos e ou complementos, isoladamente ou adicionados diretamente à massa (BRASIL, 2000).

A qualidade da massa depende das características de suas matérias-primas e das condições de processamento e secagem. A secagem é a etapa que exige maior controle durante o processo de fabricação, pois pode afetar não só a preservação, mas também a qualidade do produto (LEITÃO *et al.*, 1989; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Os produtos podem ser adicionados de outros ingredientes, acompanhados de complementos isolados ou misturados à massa, desde que não descaracterizem o produto. As massas alimentícias podem ser apresentadas

secas, frescas, pré-cozidas, instantâneas ou prontas para o consumo, em diferentes formatos, recheadas ou não (BRASIL, 2004).

O consumo de macarrão varia extensamente de acordo com o tipo de massa. O consumo de massas secas no Brasil se destaca entre a população chegando a 5,8 kg/ habitante por ano. Por outra parte, o consumo tem-se mantido em um patamar entre 6,5 e 6,7 kg/ habitante por ano, nos últimos 5 anos (MARCHYLO & DEXTER, 1999).

Massas à base de farinha de trigo são consideradas o pilar da indústria alimentícia que produz biscoitos, pães, massas alimentícias, macarrões e outros. O que difere a farinha de trigo de outras farinhas é a presença de uma proteína chamada glúten, que quando em contato com água forma uma massa elástica que retém os gases da fermentação (ABIMA, 2008).

Existem fatores que afetam a qualidade da massa, como os agentes oxidantes que são compostos que fortalecem a massa, alterando suas características de elasticidade e extensibilidade, aumentando a tolerância à mistura e a capacidade de retenção de gases durante a fermentação (ABIMA, 2008).

De acordo com a legislação os parâmetros de qualidade de massas alimentícias estão relacionados aos teores de umidade máxima de (13% g/100g), com características sensoriais e organolépticas em um nível aceitável, conforme parâmetros descritos em AACC (2000).

#### **3.4.4 Vida útil dos alimentos**

A vida de prateleira de um produto corresponde ao período de tempo no qual se espera que o produto mantenha um nível de qualidade aceitável sob condições específicas de armazenamento, e é determinado de acordo com especificações e critérios de qualidade, tendo como base à destinação final do produto, em um período de tempo necessário a manutenção da qualidade final. Cada alimento tem uma vida útil definida, que pode ser determinada pelas características microbiológicas, químicas, físicas, ou sensoriais. São muitos os

fatores que afetam a percepção dos consumidores na qualidade do produto, tais como os intrínsecos e extrínsecos do alimento (TAUB, 1998).

A vida útil de um alimento é basicamente determinada pela sua composição processamento, qualidade inicial, embalagem, temperatura e umidade relativa de transporte e armazenamento. Cabe ainda ressaltar que a seleção e definição de uma embalagem adequada para cada tipo de alimento são de grande importância no estabelecimento e manutenção de sua vida de prateleira (NETTO, 2004).

### **3.4.5 Embalagem**

A embalagem é parte essencial do processamento e da distribuição dos alimentos e deve necessariamente proteger o produto de vários fatores prejudiciais, como estresses físicos, contaminação por microrganismos, insetos e roedores e, ainda, mediar a permeação de componentes do ambiente, como gases e vapor de água (SALTVEIT, 1997).

Recentemente novos conceitos de embalagem têm sido desenvolvidos para atender os consumidores. Sabe-se que o seu sucesso está relacionado, também, à facilidade de uso e conveniência para o consumidor, além da habilidade de informar as características do produto (KADER, 2002).

A embalagem deve ser projetada, para atender às necessidades de transporte, acondicionamento e armazenamento, visando a proteção do produto. No caso de farinha a embalagem adequada deve apresentar baixa permeabilidade ao vapor d'água e ao oxigênio e ser opaca. Outras características como barreira à permeação de gorduras e aromas estranhos, e resistência mecânica são desejáveis. Materiais como PEBD (polietileno de baixa densidade), PEAD (polietileno de alta densidade), possuem setes requisitos e, além disso, possuem preços acessíveis e facilidades de compra (PARDI, 1994).

### **3.4.6 Análise sensorial**

A análise sensorial é utilizada para medir, analisar e interpretar reações dos provadores às características dos alimentos e como elas são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gustação, tato e audição. O homem possui habilidade para diferenciar e quantificar atributos sensoriais. A análise sensorial aproveita esta habilidade para avaliar alimentos, empregando metodologia adequada aos objetivos do estudo, bem como o tratamento estatístico adequado (FERREIRA, 1999).

Os métodos sensoriais podem ser classificados em analíticos, que necessitam de equipe treinada para realizar avaliação objetiva, e, afetivos, onde os avaliadores não precisam de treinamento e podem expressar suas opiniões pessoais ou preferências. Os testes analíticos são classificados em testes de diferenças que podem ser comparação pareada, triangular, duo-trio, ordenação e comparação múltipla e testes descritivos: perfil de sabor, perfil de textura e análise descritiva quantitativa (MUNHOZ, 1999). Os que utilizam resposta subjetiva podem ser realizados com pessoas não treinadas em técnicas de avaliação sensorial. Estes podem ser utilizados para avaliar a aceitabilidade e a preferência dos produtos (DE PENNA, 1999).

## **Materiais e métodos**



### **3.7 Materiais e métodos**

#### **3.7.1 Preparo do material**

##### **3.7.1.2 Processamento mínimo**

Foram feitas as etapas de pré-seleção, pré-lavagem em água corrente, classificação, e seleção para retirada das partes danificadas e extremidades. Em seguida, foram descascadas por abrasão em máquina processadora (modelo PCED, Siemsem Ltda.) por 36 segundos em tambor revestido com lixa de 60 mesh, sanitizadas com 100 mg/L de cloro ativo por 10 minutos (Figura 1). Descartou-se a raspa gerada nesta etapa e iniciou-se o processamento, colocando aproximadamente 1 kg de material por vez, na processadora. Posteriormente, bateladas de 800 g de raspa foram centrifugadas, em uma centrífuga doméstica (Figura 1), por  $\pm 10$  minutos ou até parar a eliminação de água, em seguida o material centrifugado foi armazenado em refratários apropriados para as etapas seguintes de pasteurização e secagem (MACHADO *et al.*, 2006).



**Cenouras colocadas na processadora**



**Raspas processadas**



**Centrifugação das raspas**



**Raspas centrifugadas**

**Figura 1.** Etapas de processamento para obtenção das raspas visando à elaboração da farinha e da polpa. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2007.

### **3.7.2 Artigo 1**

Desenvolvimento de farinha de minicenouras a partir dos resíduos do processamento mínimo

#### **Tratamentos**

Neste trabalho foram estudadas as influências de três temperaturas de

secagem da polpa (50 °C, 60 °C e 70 °C, por 7 horas) e do armazenamento da farinha em quatro embalagens durante 8 tempos. Utilizou-se a linhagem 0612435 cenoura de mesa para a determinação dos binômios, e cultivar Juliana para o estudo da vida de prateleira. Após o processamento mínimo, as raspas centrifugadas foram espalhadas em bandejas e desidratadas a 50 °C, 60° e 70 °C por 7 horas e retiraram-se alíquotas a cada hora para serem feitas as análises. Posteriormente, para avaliar o tempo de armazenamento as raspas foram secas a 50 °C durante sete horas. Após a desidratação o material foi moído em um moinho modelo ARBEL, com rotação de 3500 rpm. A farinha foi embalada em quatro embalagens diferentes (polietileno de alta e baixa densidade, com aspecto transparente ou leitoso). Foram adicionados 75 g em cada embalagem (Figura 2).

### **Análise estatística**

O experimento onde se avaliou diferentes temperaturas de secagem foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 24 tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x 8 (3 temperaturas de secagem e oito tempos de avaliação) com 3 repetições.

Para a vida de prateleira da farinha os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 32 tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 8 (4 tipos de embalagens e 8 tempos de amostragem) com 3 repetições. Os dados coletados foram submetidos á análise de variância e as médias comparadas pelo teste de diferença mínima significativa. Diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (SHAMAILA *et al.*, 1992).

## **Análises químicas**

### **Matéria seca**

A matéria seca da polpa foi realizada por método termogravimétrico a 105 °C, segundo a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBOM & PASCUET, 2005).

*Secagem da polpa:* foram coletadas alíquotas dos materiais nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 horas, nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C, para as análises de carotenóides totais, perfil de carotenóides, açúcares totais e redutores e matéria seca.

*Armazenamento da farinha:* foram retiradas alíquotas da farinha, desidratada a 50 °C, nos tempos de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, e 70 dias para análises de carotenóides totais, perfil de carotenóides, açúcares totais e redutores. O armazenamento foi realizado em temperatura ambiente (Figura 2).



**Raspas de minicenouras espalhadas para serem desidratadas**



**Moagem das raspas desidratadas de minicenouras**



**Farinha de minicenouras**



**Farinha acondicionada em 4 tipos de embalagens de 75g**

Figura 2. Descrição das etapas do processo para obtenção da farinha de minicenouras.

### **3.7.3 Artigo 2**

Desenvolvimento de polpa pasteurizada de cenoura a partir dos resíduos do processamento mínimo e avaliação de compostos funcionais do produto obtido.

#### **Tratamento**

Avaliou-se o efeito dos binômios temperatura / tempo de pasteurização (65 °C por 30 minutos, 75 °C por 8 minutos e 85 °C por 1 minuto), durante a pasteurização da polpa do resíduo de minicenouras e do armazenamento da polpa pasteurizada a

85 °C por 1 minuto em diferentes ambientes (aberto e fechado refrigerado  $10 \pm 1$  °C, fechado temperatura ambiente  $24 \pm 1$  °C) no perfil de carotenóides açúcares totais e redutores.

### **Análise estatística**

O experimento binômio temperatura - tempo para pasteurização foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x2 (3 binômios temperatura – tempo e dois tempos de avaliação) com 8 repetições.

Para a vida de prateleira da polpa pasteurizada, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x5 (3 condições ambientais e 5 tempos de amostragem) com 3 repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de diferença mínima significativa, em que as diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (SHAMAILA *et al.*, 1992).

### **Preparo da amostra**

As raspas de minicenouras foram centrifugadas e acondicionadas em frascos esterilizáveis de 200 gramas. Em cada frasco inseriu-se um termopar para monitoramento da temperatura no ponto central e as temperaturas foram registradas por meio de um termômetro digital, com 12 canais (Modelo 92000-00; Marca CE). Os frascos foram mantidos em banho aquecido nos três binômios e acompanhados até o completo resfriamento em água gelada, sendo que todo o processo de pasteurização teve a duração de duas horas conforme (Figura 3). Foram retiradas alíquotas dos materiais antes e depois da pasteurização para a realização das análises químicas.



Figura 3. Descrição das etapas do processo para obtenção da polpa de minicenouras pasteurizada.



Para se avaliar o efeito do armazenamento, frascos esterilizáveis contendo 200 g de polpa de cenoura foram levados ao banho para a pasteurização do material no binômio temperatura / tempo 85 °C por 1 minuto. Após pasteurização os frascos foram armazenados em 3 condições, sendo abertos e fechados a  $10 \pm 1$  °C e fechados a  $24 \pm 1$  °C, por 20 dias ( Figura 4).



**Frascos dentro do banho durante a pasteurização**

**Frascos armazenados em temperatura ambiente**

**Frascos abertos e fechados armazenados na geladeira**

Figura 4. Descrição das etapas do processo para acompanhamento da vida de prateleira da polpa de minicenouras.

## **Análises químicas**

*Pasteurização da polpa:* Coletaram-se alíquotas dos materiais, antes e depois da pasteurização, nos três binômios temperatura / tempo estudados para análise, em duplicatas, de carotenóides totais, perfil de carotenóides e teores de açúcares totais e redutores.

*Armazenamento da polpa:* Foram retiradas alíquotas no tempo zero e a cada 5 dias, durante 20 dias de armazenamento para realização das análises, em duplicatas, de carotenóides totais, perfil de carotenóides, açúcares totais e redutores.



### 3.7.4 Artigo 3

Formulações de macarrões enriquecidos com farinha de cenoura selecionados por análise sensorial

#### Tratamento

Desenvolveram-se formulações de macarrão enriquecido com farinha de minicenouras, utilizando três concentrações e três diferentes granulometrias, e avaliou-se a preferência e a aceitabilidade do macarrão por consumidores (Figura 5).



**Ingredientes do macarrão**



**Extrusão do macarrão**



**Secagem do macarrão**



**Amostras do macarrão pronto**



**Cabines para o teste de ordenação**



**Avaliação das amostras pelos provadores**

Figura 5. Descrição das etapas do processamento do macarrão e realização da análise sensorial.

## Preparo do material

Cenouras cultivar Juliana, oriundas do comércio local de Brasília, foram levadas para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças e processadas na forma de minicenouras, de acordo com Moretti & Mattos (2007).

As raspas obtidas no processamento das minicenouras foram espalhadas uniformemente em bandejas e levadas para a estufa, com circulação forçada de ar, a 50 °C por 7 horas, para a desidratação. Após a secagem, o material foi moído e passado por um jogo de peneiras, para obtenção de farinhas de diferentes granulometrias. As formulações de macarrão foram elaboradas acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1.** Preparações das formulações dos macarrões de farinha de minicenouras.

<b>Formulações</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
<b>Granulometrias (mesh)</b>	100	100	100	200	200	200	>200	>200	>200
<b>Farinha de cenoura (%)</b>	10	5	15	10	5	15	10	5	15

Os ingredientes utilizados na elaboração do macarrão foram farinha de trigo especial, farinha de cenoura, ovos, sal e água. Após a mistura dos ingredientes a massa foi extrusada em uma extrusora (Modelo AELI – 750; Marca Braesi), modelada em forma de talharim, espalhada em bandeja e seca a temperatura ambiente para a preservação dos carotenóides. As amostras foram preparadas no mesmo tempo de cozimento (10 minutos), com a mesma

quantidade de sal e água. Após o preparo as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor para a manutenção da temperatura até o momento de servi-las, nos locais de trabalho dos provadores.

### **Avaliação sensorial**

Foram realizados os testes afetivos de ordenação e aceitação, no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças. Para tanto foram utilizados 20 provadores previamente treinados, que analisaram as diferentes amostras em cabines individuais. Foi pedido aos provadores que ordenassem as amostras de acordo com sua preferência atribuindo o valor um, para a amostra preferida e 4 ou 5, dependendo do número de amostras, para a menos preferida. Para evitar fadiga entre os provadores, foram apresentadas 5 amostras em um dia e quatro no outro dia, codificadas com números aleatórios de três dígitos e servidas em pratinhos sem molho.

Para o teste de aceitação, utilizaram as 4 amostras que receberam menores médias no teste de ordenação. Foi utilizada uma escala hedônica de 5 pontos, com extremos em (1) “gostei extremamente” e (5) “desgostei extremamente”, aplicou-se a um painel de 57 provadores não treinados, que expressavam o quanto gostaram/desgostaram das amostras. Foram servidas amostras sem molho, uma por vez, no local de trabalho dos julgadores (funcionários da Embrapa Hortaliças) dispensando o uso de códigos. Para melhor caracterizar os provadores, algumas perguntas foram adicionadas à ficha de aceitação (faixa etária, sexo, frequência de consumo de macarrão, intenção de compra do macarrão comparado com um macarrão comum e especial).

Os resultados obtidos no teste de ordenação foram tratados pelo método de Friedman, a 5% de probabilidade, sendo o valor da diferença mínima significativa (dms) para a soma de ordens igual 30 para o primeiro dia com 5 amostras, e 22 para o segundo dia com 4 amostras, determinou-se também o percentual de ordens recebidas cada amostra.

Para o teste de aceitação, os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), com um nível de significância  $\alpha$ , igual a 5%.

## **Análises químicas**

Foram analisadas amostras de dois macarrões escolhidos no teste de aceitação, quanto a carotenóides totais e perfil de carotenóides, tempo de cozimento, aumento de peso e de volume e sólidos solúveis totais.

### **Carotenóides totais**

Para as análises de carotenóides totais, as amostras foram extraídas em acetona, e a leitura realizada em éter de petróleo no comprimento de onda de 450 nm, conforme metodologia descrita por Lime et al (1957) e Umiel & Galberman (1971). Os cálculos foram realizados usando a fórmula a seguir:

$$Ct(\mu g/g) = \frac{A * V * 10^4}{E^{1\%}_{1cm} * m}$$

Em que

A = absorbância no pico máximo de absorção

V = volume final da amostra (mL)

M = massa da amostra em gramas

$E^{1\%}_{1cm}$  = coeficiente de extinção ( $\beta$ -caroteno = 2592 em éter de petróleo).

### **Determinação do perfil de carotenóides**

#### **Perfil de carotenóides**

O perfil de carotenóides foi obtido por meio de análise em cromatógrafo líquido de alta eficiência, de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999). Utilizou-se cromatógrafo Shimadzu (SPD-M10 AVP, Kyoto, Japão),

com coluna C<sub>18</sub> em fase reversa de 150 mm x 3,9 mm e com pré-coluna C<sub>18</sub>, injetor automático, detector de UV-VIS no comprimento de onda de 450 nm, com arranjo de fotodiodo. A fase móvel foi constituída dos seguintes eluentes acetonitrila: metanol: acetato de etila: trietilamina, nas proporções de 79,9: 10: 10:0, 1 sob o fluxo de 0,8 mL.min<sup>-1</sup>. Injetaram-se 20 µL da amostra e foram realizadas duas injeções para cada extrato da amostra. O cálculo do teor de carotenóides foi realizado por meio da elaboração da curva padrão de α e β-carotenos em 6 concentrações diferentes, variando de 10 a 100 µg.µL<sup>-1</sup>.

### **Açúcares totais**

Os açúcares totais foram determinados pelo método espectrofotométrico descrito por Dubois *et al.* (1956). Pesou-se 1 g da amostra, diluiu-se em 100 mL de água destilada, homogeneizou e centrifugou-se a 15000 rpm por 22 minutos a 15 °C. Para a análise dos açúcares totais, realizada em triplicata, adicionaram-se 0,5 mL do sobrenadante, 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado em um tubo de ensaio. O tubo foi agitado por 1 min. e a amostra foi lida em um comprimento de onda de 490 nm. Os resultados foram expressos em gramas de açúcares totais por quilo de polpa de cenoura fresca e em matéria seca para a farinha.

### **Açúcares redutores**

Os açúcares redutores foram determinados por método espectrofotométrico de Somogyi-Nelson. Pesou-se 1 g da amostra, diluiu-se em 50 mL de água destilada e homogeneizou-se. Em tubo de ensaio acrescentaram-se 1,0 mL do extrato homogeneizado e 1,0 mL do reagente de Somogyi, em triplicata. O tubo foi levado a um banho até fervura e mantido por 10 minutos, coberto com bolinha de vidro. Após atingir a temperatura ambiente acrescentaram-se 1,0 mL do reagente de Nelson e 7,0 mL de água destilada. Agitou-se por 1 min. e a amostra foi lida em um comprimento de onda de 535 nm. Os resultados foram

expressos em gramas de açúcares totais por quilo de polpa de cenoura fresca, e em matéria seca para a farinha (NELSON, 1944; SOMOGYI, 1945).

## **Análises de qualidade das amostras de macarrão**

### **Tempo de cozimento**

O tempo de cozimento foi definido como o tempo necessário para o total desaparecimento do núcleo branco no centro do produto que esta sendo cozido. É determinado mediante a colocação de 10 gramas do produto em 300 mL de água destilada em ebulição, e a compressão das amostras do produto entre duas lâminas de vidro em intervalos de tempo determinados, de acordo com o método AACC 666-50 (2000).

### **Aumento de peso**

A característica de absorção de água foi determinada pela relação de aumento de peso durante o cozimento. Dez gramas do produto são colocados em 300 mL de água destilada em ebulição e cozidos durante o tempo ótimo de cozimento. O produto, a seguir é drenado em escorredor, durante 10 minutos, e pesado. O coeficiente de absorção de água é dado pela relação: massa do produto cozido / massa do produto cru, de acordo com o método AACC 666-50 (2000).

### **Aumento de volume**

O aumento de volume foi realizado medindo-se, numa proveta graduada, o volume de querosene deslocado por 10 gramas de produto, antes e depois do cozimento. O coeficiente de aumento de volume é dado pelo volume do produto cozido / volume do produto cru, de acordo com o método AACC 666-50 (2000).

### **Perda de sólidos solúveis totais**

A perda de sólidos solúveis é dada pela percentagem de sólidos solúvel presentes na água de cozimento do macarrão. É determinada coletando-se e medindo-se numa proveta, a água de cozimento, depois escorrido o produto. Uma alíquota de 10 mL é colocada numa placa de Petri, previamente seca em estufa e pesada. Leva-se para a estufa durante 5 horas, a 95 °C, e pesa-se novamente. A percentagem de perda de sólidos solúveis é dada pela relação:

$$\% \text{perda de solúveis} = \text{volume de água} * \text{resíduo seco} / \text{peso do produto cru} * 10(\%*/\text{mL})$$

### **Análise estatística**

Os dados obtidos em cada análise foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste da diferença mínima significativa dms e pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Referências bibliográficas

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHMISTS. **Approved methods**, 10 th ed., St.Paul; AACC, 2000.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K. REBERS, P.A.; SMITH, F. Colometric method for determination of sgars and related substances. Anal. Chen. V.28 p. 350-356, 1956.

LIME, B.J.; GRIFFITHS, F.P.; O' CONNOR, R.T.; HEINZELMAN, D.C.; MSCALL, E.R. **Spectrophotometric Métodos For Determining Pigmentation- Beta-Carotene And Licopene- In Ruby Red Grapefruit**. Journal of Agriculture Food Chemistry v. 5n12, p 914-4., 1957.

MACHADO, C.M.M., MORETTI, C.L., SOUSA, R.M.D., Aproveitamento das raspas geradas na produção de minicenouras IN: Comunicado técnico nº 33 Embrapa Hrtaliças, 2006.

MORETTI,C.L., MATTOS,L.M. **Processamento mínimo de Minicenoura**. IN: MORETTI CL (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: SEBRAE. p. 399-413, 2007.

MORETTI, C.L., MACHADO, C. M.M., **“Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças”** IN: IV Encontro Nacional de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. São Paulo, 2006. Palestras.

MORI, E.E.M. *et al.* **Métodos Sensoriais e Físicos para Avaliação de Alimentos e Bebidas**. Princípios de Aplicação. Campinas:ITAL,1982, 177p (Apostila).

NELSON, N.A. **Photometric Adaptation of the Somogyi Method for Determination of Glucose**. Journal of Biological Chenmistry, v. 153 p. 375-380, 1944.



RODRIGUEZ-AMAYA D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** ILSI Press, Washington DC. 1999. Chicago, Illinois: Institute of Food Technologists, 1987, 403 p.

SOMOGYI, M. **A new reagent for the determination of sugars.** Journal of Biological Chemistry, v. 160, p. 61-68, 1945.

UMIEL, N.; GALBERMAN, W.H. **Analytical procedures for detecting carotenoids of carrot (*Daucus carota* L.) roots and tomato (*Lycopersicum esculentum*) fruits.** Journal of the American Society for Horticultural Science v.96 n.6 p.702-704, 1971.

ZENEBON, O. PASCUET, N. S. **Normas Analíticas** do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005 v. 1. 1018 p.

## Artigo 1

### **Desenvolvimento de farinha de minicenouras a partir dos resíduos do processamento mínimo**

#### 4. Artigo 1

### Desenvolvimento de farinha de minicenouras a partir dos resíduos do processamento mínimo

#### Resumo

Nas últimas décadas, a população mundial vem aumentando de maneira acentuada, exigindo um melhor aproveitamento dos recursos alimentícios disponíveis. No processamento mínimo de minicenouras ocorrem perdas da ordem de 30% gerando um resíduo rico em nutrientes. Este estudo teve como objetivo avaliar três temperaturas de secagem dos resíduos do processamento mínimo de minicenouras para a produção de farinha e estudar o armazenamento em quatro embalagens diferentes. Cenouras (*Daucus carota* L.), população 0612435 para a determinação das temperaturas e híbrido Juliana utilizada para avaliação do armazenamento, oriundas do campo experimental da Embrapa Hortaliças e do comércio local de Brasília, foram selecionadas, lavadas em água corrente, classificadas e minimamente processadas por abrasão em máquina processadora por 36 segundos. Os resíduos desse processamento foram centrifugados e ao produto resultante deu-se o nome de polpa bruta. No primeiro experimento analisou-se o efeito de três temperaturas de secagem (50 °C, 60 °C, e 70 °C) da polpa bruta para elaboração da farinha. Retiraram-se alíquotas dos materiais no tempo zero e a cada hora, durante sete horas, para a realização das análises. Foram analisados a variação do teor de matéria seca dos resíduos durante a secagem, o perfil de carotenóides, o teor de açúcares totais e redutores. Posteriormente foi estudado o efeito do armazenamento em diferentes embalagens (polietileno de alta e baixa densidade, transparente e leitosa) na qualidade nutricional da farinha seca a 50 °C por 7 horas. O período de armazenamento foi de 70 dias. Retiraram-se amostras do material no tempo zero e, a cada 10 dias de armazenamento, para análises do perfil de carotenóides, teor de açúcares totais e redutores da farinha. Observou-se que na temperatura de 70 °C a perda de água aconteceu de maneira mais acentuada entre 2 e 4 horas de secagem. Nas outras duas temperaturas avaliadas verificou-se o mesmo fenômeno após 5 horas de secagem. Observou-se que os teores de  $\alpha$ -caroteno na temperatura de 50 °C mantiveram-se mais estáveis do que nas temperaturas de 60 °C, 70°C. Para a farinha armazenada constatou-se que a embalagem mais adequada e que melhor preservou as características de qualidade estudadas foi a de PEBD transparente. Durante o armazenamento houve clara tendência de redução dos teores de  $\beta$ -caroteno por 70 dias. Os resultados para  $\beta$ -caroteno durante a secagem indicaram perdas em média de 56%, 63% e 72% em peso seco, do valor inicial, após as sete horas de secagem, para as temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C, respectivamente, o que refletiu na cor da farinha obtida nas diferentes temperaturas. Foi observada a biossíntese de *cis*- $\beta$ -caroteno durante a secagem e o armazenamento. Ocorreu redução na concentração dos açúcares totais nas primeiras 3 horas de secagem. Por outro lado, durante o armazenamento não houve diferença significativa entre as concentrações por todo o período analisado. Concluiu-se que o armazenamento e as embalagens tiveram efeito significativo nos teores de pigmentos carotenóides, contribuindo para diminuição na concentração dos componentes provitamínicos ao longo do tempo de armazenamento.

Palavras-chave: Cenoura, farinha de cenoura, secagem, perfil de carotenóides, vida de prateleira.

## Desenvolvimento de farinha de minicenouras a partir dos resíduos do processamento mínimo

### Abstract

In the last decades, the world population is increasing bringing the necessity of a better use of all resources available, mainly food. Minimal processing of carrots generates 30% of by-products that are rich in nutrients. The present work was carried out aiming at evaluating three drying temperatures of baby carrots by-products for the production of carrot flour. Carrot roots (*Daucus carota* L.) line 0612435 and hybrid Juliana were used for the evaluation of drying temperatures and for the storage trials, respectively. Roots were either harvested in experimental fields or obtained in the local market and then selected, washed in tap water, and minimally processed as baby carrots by abrasion for 36 seconds using a processor. By-products were centrifuged and the final product obtained was named raw pulp. In the first set of experiments the effect of three different drying temperatures (50 °C, 60 °C and 70 °C) of the raw pulp were evaluated for the obtention of carrot flour. The pulp was sampled in the beginning of the experiment and every hour during seven hours. Carotenoids profile and the content of total and reducing sugars were evaluated. Afterwards, the effect of storage and packaging (low and high density polyethylene, translucent and latescent) in the nutritional quality of flour dried for 7 hours at 50 °C were analyzed. Carotenoids profile and the content of total and reducing sugars were evaluated. It was observed that water loss occurred faster at 70 °C when compared to the other drying temperatures. After 5 hours of drying humidity was stable and remained like that until the end of the experiment. It was verified that the contents of  $\alpha$ -carotene were more preserved at 50 °C when compared to the other two studied temperatures. During storage, packaging using lactescent films had a better result when compared to the translucent plastic films. The material dried for seven hours lost 56%, 63%, and 72% of  $\beta$ -carotene when dried at 50 °C, 60 °C, and 70 °C, respectively, what had a significant effect in the flour's color. During storage for 70 days there was a clear reduction tendency in  $\beta$ -carotene content. Cis- $\beta$ -carotene was synthesized during drying and storage, being more pronounced in the later one, indicating the isomerization of  $\beta$ -carotene. Total sugars content reduced in the first three hours of drying, but no significant changes were observed during storage. It was concluded that both storage and packaging had a significant effect in the carotenoids profile, contributing for a reduction in pro-vitamin A pigments content during storage.

Key-words: carotenoids; carrot; drying; flour; shelf life

## Introdução

Alimentos de origem vegetal, como as cenouras, são excelentes fontes de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno e desempenham um importante papel na alimentação humana devido ao valor nutricional e atributos sensoriais. Os carotenóides compõem um dos grupos de pigmentos naturais mais extensamente encontrados na natureza, responsáveis pelas colorações do amarelo ao vermelho de flores, folhas, frutas e algumas raízes (BRITTON, 1992; PINHEIRO-SANT'ANA, 1992; MORETTI *et al.*, 2007).

No Brasil, a cenoura é uma das principais hortaliças que são comercializadas na forma minimamente processada. O processamento mínimo de minicenouras consiste na remoção das superfícies angulares de pedaços dessa raiz cortados em tamanho padronizado, utilizando-se um equipamento denominado torneadora. Entretanto, a geração de resíduo nesse processo é um entrave tecnológico, pois pelo menos 30% da matéria-prima são convertidos em raspas, que é uma importante fonte de  $\beta$ -caroteno. Esse pigmento vegetal, ao ser ingerido pelo organismo humano, se transforma em vitamina A (MORETTI, 2003).

Algumas agroindústrias de processamento mínimo têm utilizado essas raspas na produção de compostos orgânicos que são posteriormente utilizados como adubo, melhorando a estrutura física e química dos solos. Entretanto, essas raspas de minicenouras podem ser utilizadas na alimentação humana, após uma pasteurização ou secagem, tornado ainda mais viável a atividade de processamento mínimo no país, além de contribuir para uma melhora nutricional da população brasileira (MORETTI & MACHADO, 2006).

A secagem de hortaliças ocupa uma posição muito representativa na área de desidratação de alimentos. Não há registros sobre a sua origem, mas muitos dos seus métodos têm sido utilizados até os dias presentes constituindo-se, em muitos casos, na base das atuais tecnologias de processamento (TRAVAGLINI, 1981).

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes temperaturas de secagem no resíduo do processamento mínimo de minicenouras

para obtenção de farinha e avaliar a vida de prateleira desta farinha em diferentes embalagens.

## **Material e métodos**

### **Matéria-prima e preparo do material**

Cenouras (*Daucus carota* L.), população 0612435 para a determinação da temperatura de secagem e cultivar Juliana para o estudo da vida de prateleira, produzidas no campo experimental e no comércio local de Brasília, foram selecionadas e lavadas em água corrente, classificadas e minimamente processadas na forma de minicenouras por abrasão em máquina processadora por 36 segundos, de acordo com Moretti & Mattos (2007).

As raspas centrifugadas foram espalhadas uniformemente em bandejas, levadas para estufa com circulação forçada de ar e secas a 50 °C, 60 °C e 70 °C por 7 horas. Retiraram-se alíquotas das amostras no tempo zero e a cada hora de secagem. Para a avaliação do tempo de armazenamento, o material foi desidratado na temperatura de 50 °C durante sete horas. Após a desidratação o material foi moído em um moinho modelo ARBEL, com rotação de 3500 rpm. A farinha foi embalada em quatro embalagens diferentes (polietileno de alta e baixa densidade, com aspecto transparente ou leitoso). Foram adicionados 75 g da farinha em cada embalagem. Alíquotas foram retiradas no tempo zero e a cada dez dias, durante 70 dias, para a realização das análises descritas a seguir.

### **Análises químicas**

#### **Matéria seca**

A matéria seca da polpa foi realizada por método termogravimétrico a 105 °C, segundo a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBOM & PASCUET, 2005).

## **Perfil de carotenóides**

O perfil de carotenóides foi obtido por meio de análise em cromatógrafo a líquido de alta eficiência, de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999). Utilizou-se cromatógrafo Shimadzu (SPD-M10 AVP, Kyoto, Japão), com coluna C<sub>18</sub> em fase reversa de 150 mm x 3,9 mm e com pré-coluna C<sub>18</sub>, injetor automático, detector de UV-VIS no comprimento de onda de 450 nm, com arranjo de fotodiodo. A fase móvel foi constituída dos seguintes eluentes acetonitrila: metanol: acetato de etila: trietilamina na proporção de 79,9: 10: 10:0, 1 sob o fluxo de 0,8 mL.min<sup>-1</sup>. Injetaram-se 20 µL da amostra e foram realizadas duas injeções para cada extrato da amostra. O cálculo do teor de carotenóides foi realizado por meio da elaboração da curva padrão de α e β-caroteno em 6 concentrações diferentes, variando de 10 a 100 µg.µL<sup>-1</sup> de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999).

## **Açúcares totais**

Os açúcares solúveis totais foram determinados por método espectrofotométrico descrito por Dubois *et al.* (1956).

## **Açúcares redutores**

Os açúcares redutores foram determinados por método espectrofotométrico de Somogyi-Nelson (NELSON, 1944; SOMOGYI, 1945).

## **Análise estatística**

O experimento onde se avaliou diferentes temperaturas de secagem foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 24 tratamentos

arranjados em esquema fatorial 3x 8 (3 temperaturas de secagem e oito tempos de avaliação) com 3 repetições.

Para a vida de prateleira da farinha os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 32 tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 8 (4 tipos de embalagens e 8 tempos de amostragem) com 3 repetições.

Os dados coletados foram submetidos á análise de variância e as médias comparadas pelo teste de diferença mínima significativa. Diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (SHAMAILA *et al.*, 1992).



## Resultados e discussão

### Curvas de secagem das raspas

Observou-se que na temperatura de 70 °C a perda de água aconteceu de maneira mais acentuada entre 2 e 4 horas de secagem. Para as duas outras temperaturas estudadas verificou-se que esse fenômeno ocorreu com 5 horas de secagem, momento em que houve uma estabilização do processo e a umidade manteve-se constante até o final do período de avaliação (Figura 1).

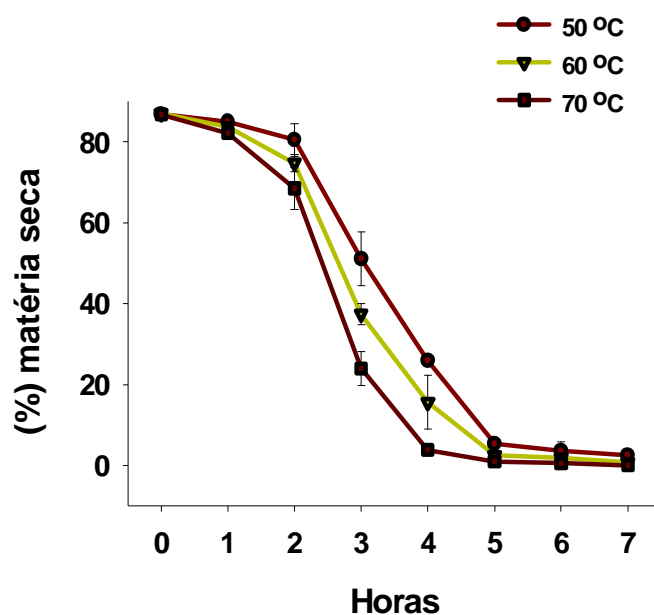


Figura 1. Curva de secagem das raspas de minicenouras população 0612435, nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C durante 7 horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008.

O teor de matéria seca no tempo zero era de 87% para os três tratamentos. Detectou-se que ao final do processo de secagem o teor de matéria seca chegou a 13%, para as três temperaturas estudadas. Tal valor está de acordo com a legislação vigente para farinhas em geral no país (BRASIL, 2000).

## $\alpha$ -caroteno

A concentração de  $\alpha$ -caroteno na temperatura de 50 °C foi maior do que a observada nas demais temperaturas estudadas durante as quatro primeiras horas do experimento (Figura 2).

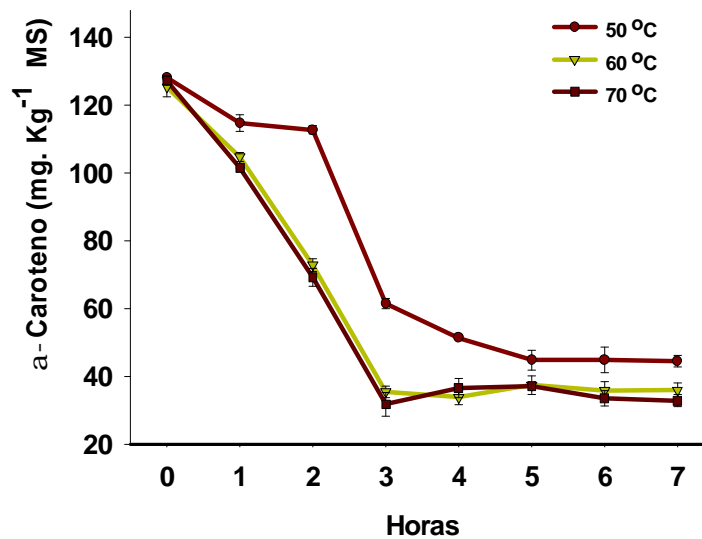


Figura 2. Concentrações de  $\alpha$ -caroteno durante a secagem das raspas de minicenouras população 0612435, nas temperaturas de 50°, 60° e 70°C por sete horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008. MS = matéria seca.

Para as temperaturas de 60 e 70 °C a reação de degradação do  $\alpha$ -caroteno ocorreu de maneira mais rápida indicando que a degradação deste pigmento ocorre de forma mais acentuada em temperaturas mais elevadas. Ao final do período de secagem verificou-se que não havia diferença significativa no conteúdo de  $\alpha$ -caroteno para as diferentes temperaturas de secagem avaliadas (Figura 2).

Os carotenóides estão naturalmente protegidos nos tecidos das plantas. No entanto, quando estes são cortados ou desintegrados ocorre um aumento da exposição dos carotenóides ao oxigênio e ao contato com enzimas que catalisam o processo de oxidação que, em adição a elevadas temperaturas, podem causar a degradação destes pigmentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

No acompanhamento das diferentes embalagens durante o armazenamento observou-se que a melhor embalagem para a manutenção de teores de  $\alpha$ -caroteno foi a de PEAD leitoso (Figura 3).

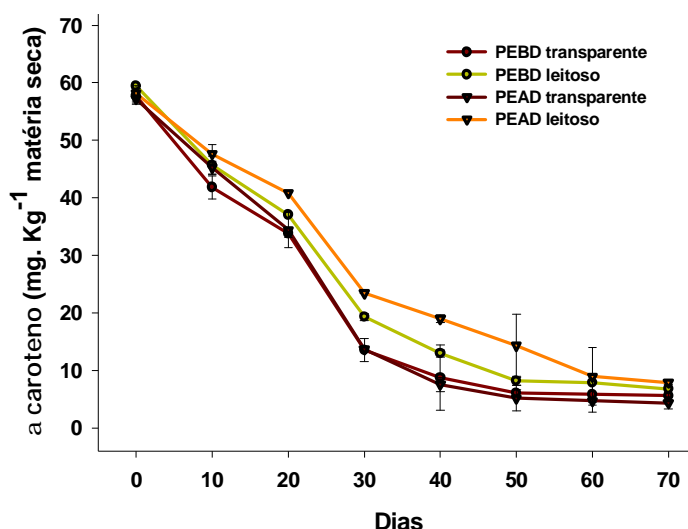


Figura 3. Concentrações de  $\alpha$ -caroteno da farinha de minicenouras híbrido Juliana, durante 70 dias de armazenamento em quatro embalagens. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MS = matéria seca.

Observou-se que as embalagens transparentes mantiveram os menores teores de  $\alpha$ -caroteno. Durante o armazenamento houve redução na concentração do  $\alpha$ -caroteno para todos os sistemas de embalagens estudados, sendo esta alteração mais acentuada até os 50 dias de armazenamento. Tal fato se deve

provavelmente à degradação provocada pelo oxigênio. Estudos realizados por Lajolo *et al.* (1987), em farinhas de mandioca indicaram redução de até 55% nas concentrações dos pigmentos carotenóides durante o armazenamento em condições ambientais.

As perdas dos pigmentos carotenóides em vegetais processados também foram verificadas por Mosha *et al.* (1997). Os autores observaram que o processo tradicional de secagem ao sol e estocagem do produto em contentores ventilados diminuiu significativamente ( $p < 0,05$ ) a concentração de carotenóides totais, de  $\beta$ -caroteno e de  $\alpha$ -caroteno nos vegetais estudados.

Os resultados obtidos neste experimento estão de acordo com os estudos realizados por Rodriguez-Amaya (1999). Segundo a pesquisadora, as maiores perdas de carotenóides ocorrem durante o processamento e a estocagem de alimentos, devido a diversos fatores como exposição à luz, ao calor e ao oxigênio, que provocam a oxidação dos pigmentos. Tais alterações bioquímicas acarretam na perda da função próvitamínica desses pigmentos.

Verificou-se que o processamento da polpa de bociúva para a obtenção da farinha provocou diminuição significativa nas concentrações de compostos provitamínicos A da amostra processada, sendo que a porcentagem média de perda foi de 63,1% (LARAL *et al.*, 2004).

## $\beta$ -caroteno

Verificou-se que nas temperaturas maiores ocorreu também uma maior degradação de  $\beta$ -caroteno para todos os tratamentos (Figura 4).

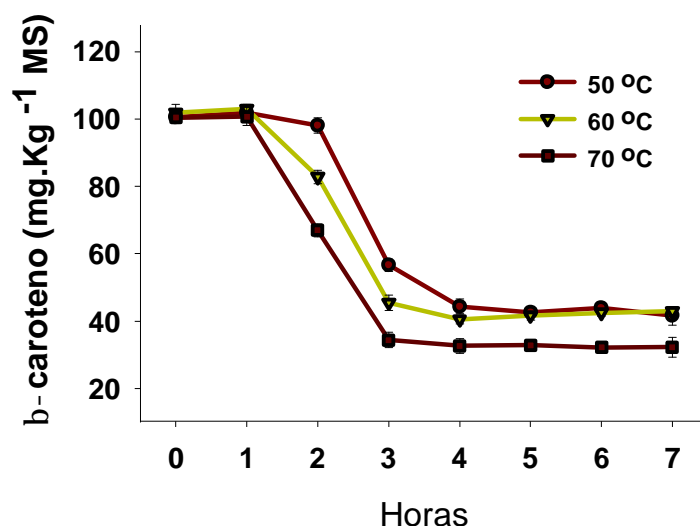


Figura 4. Concentrações de  $\beta$ -caroteno durante a secagem das raspas de minicenouras população 0612435, nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008. MS = matéria seca.

O  $\beta$ -caroteno é um dos compostos provitamínicos mais estáveis em vegetais, mas pode sofrer degradação durante cozimentos prolongados. Além disso, durante o armazenamento, sofre a ação da luz e do oxigênio. A utilização de altas temperaturas, como na desidratação de hortaliças, pode reduzir a atividade biológica deste pigmento (HARDY et al., 1999; PINEDO, 2003).

Durante o processo de secagem para a obtenção da farinha, observou-se uma diminuição na concentração dos pigmentos carotenóides próvitamínicos A em todas as temperaturas analisadas. Em estudo realizado por Hiane *et al* (1989) em que se avaliou o efeito da secagem para a elaboração de farinha de bacurí nos carotenóides provitamínicos A foi registrado redução nos teores de  $\beta$ -caroteno de

37% durante a secagem, enquanto que para a produção de farinha de mandioca esta perda foi de 50% (LAJOLO *et al.*, 1987).

Observou-se ainda que, após 3 horas de secagem, a redução nos teores de  $\beta$ -caroteno ocorreu quase na mesma intensidade para as diferentes temperaturas. No final das sete horas de secagem, em todas as temperaturas estudadas, houve estabilização das concentrações dos pigmentos analisados. Segundo estudo realizado por Pinheiro-Santana (1989), a desidratação aliada ao armazenamento promoveu perdas variando entre 38-45% nos teores de carotenóides provitamínicos A em fatias de cenouras desidratadas. Em alimentos desidratados, a perda da atividade provitamínica está particularmente relacionada à tendência que esses produtos têm de sofrer oxidação devido ao efeito da exposição a altas temperaturas (GROSS, 1991).

Houve clara tendência de redução dos teores de  $\beta$ -caroteno durante o armazenamento da farinha de minicenouras por 70 dias (Figura 5)

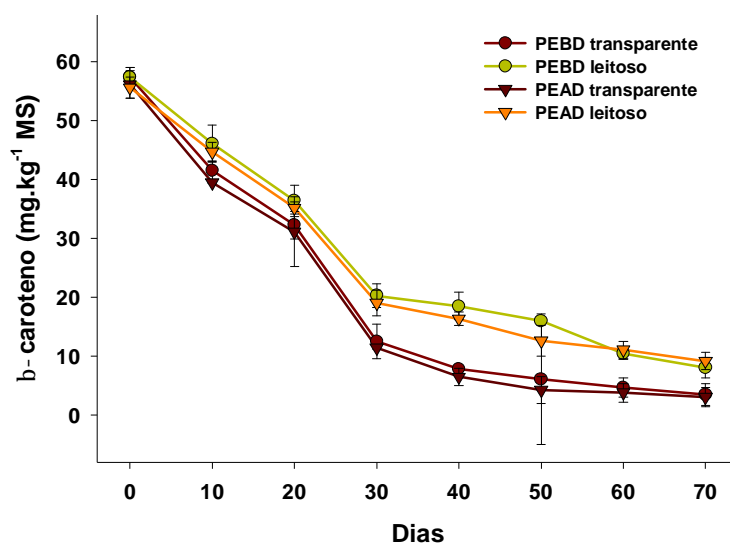


Figura 5. Concentrações de  $\beta$ -caroteno na farinha de minicenouras híbrido Juliana, durante armazenamento em quatro embalagens. Barras verticais representam o desvio-padrão da média Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MS = matéria seca

Para as diferentes embalagens estudadas verificou-se que, ao final do período de 70 dias de armazenamento, as de PEAD e PEBD, ambas de aparência

leitosa, proporcionaram uma maior retenção dos teores de  $\beta$ -caroteno. Acredita-se que essa maior retenção nas embalagens leitosas seja devido a uma maior proteção à fotoxidação dos pigmentos conferida por essas embalagens em comparação às transparentes. Segundo estudo realizado por Araújo (2004), a luz e a temperatura contribuíram para a degradação de carotenóides. Esse pesquisador observou que após 30 minutos de exposição a esses fatores ambientais a concentração de  $\beta$ -caroteno foi reduzida em 50% em relação à inicial.

A menor degradação de pigmentos carotenóides verificada no presente estudo em embalagens leitosas está de acordo com o descrito por Rodriguez-Amaya (1999), que verificou que a oxidação pela luz é uma das principais formas de degradação desses pigmentos.

## cis- $\beta$ -caroteno

Verificou-se tendência de elevação dos teores de cis- $\beta$ -caroteno durante a secagem do resíduo do processamento de minicenouras para todas as temperaturas estudadas (Figura 6).

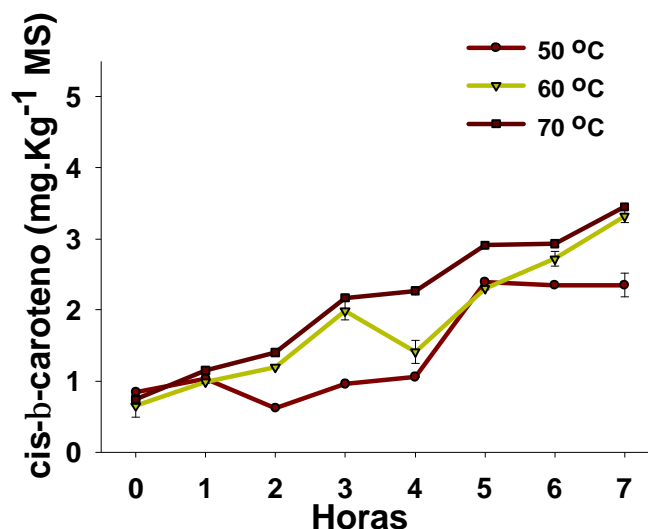


Figura 6. Concentrações de cis- $\beta$ -caroteno na farinha de minicenouras população 0612435, durante a secagem das raspas de minicenouras nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C por sete horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008. MS= matéria seca.

À temperatura ambiente, armazenamento por curtos períodos e ausência da luz, a velocidade de degradação do cis- $\beta$ -caroteno torna-se muito lenta, mas à medida que há aumento de temperatura e do período de armazenamento, há também aumento na velocidade de degradação. No presente estudo identificou-se a formação do cis- $\beta$ -caroteno, decorrente da degradação de  $\beta$ -caroteno, durante os processos de secagem e armazenamento da farinha de minicenouras (Figura 6).

A exposição destes pigmentos a tais agentes resulta na formação de isômeros *cis*, que acarreta na diminuição da cor, perda da atividade próvitamínica



A e quebra da cadeia (SIMPSON, 1981). Os carotenóides provitamínicos A são substâncias que podem ser facilmente oxidadas, podendo perder a sua atividade provitamínica, quando aplicados processos em que se utiliza calor, luz e oxigênio. Esses processos são tradicionalmente empregados, necessários e aceitos no preparo dos alimentos.

Verificou-se ao final do experimento que o material seco a 60 e 70 °C possuía teores significativamente mais elevados de cis- $\beta$ -caroteno do que o material seco a 50 °C. Contudo, ocorreu tendência à diminuição da concentração dos  $\alpha$  e  $\beta$  carotenos na temperatura mais elevada indicando uma isomerização. Segundo Chandler (1998), isso pode ocorrer durante o processamento e estocagem do alimento devido à exposição do alimento ao calor, luz, oxigênio, o que pode levar a total ou parcial destruição dos pigmentos.

Houve redução na concentração do  $\beta$ -caroteno durante o tempo de armazenamento estudado. A embalagem que se destacou quanto à retenção deste pigmento foi a de polietileno de baixa densidade leitoso.

Para a farinha armazenada por 70 dias verificou-se que houve tendência de elevação dos teores de cis- $\beta$ -caroteno (Figura 7).

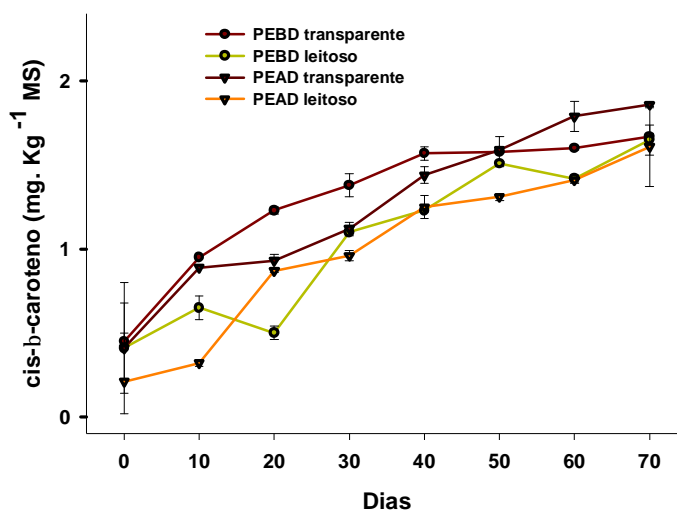


Figura 7. Concentrações do cis- $\beta$ -caroteno na farinha de minicenouras híbrido Juliana, durante armazenamento em quatro embalagens. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008.

Barras verticais representam o desvio-padrão da média  
Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MS = matéria seca.

Verificou-se que a embalagem de PEBD transparente foi a que apresentou os maiores teores de cis- $\beta$ -caroteno. Observou-se que a maior formação do cis- $\beta$ -caroteno ocorreu nas embalagens transparente, e que houve um aumento acentuado durante todo o período de armazenamento estudado.

A biossíntese do cis- $\beta$ -caroteno se dá pela isomerização do  $\beta$ -caroteno na presença de luz, oxigênio ou em elevadas temperaturas. O pigmento formado não possui atividade provitamina A (GROSS, 1991).

### Açúcares totais

Observou-se que houve tendência de redução dos teores de açúcares totais até o quarto dia de armazenamento sendo que, a partir desse ponto até o final do experimento houve elevação do conteúdo desses carboidratos (Figura 8)

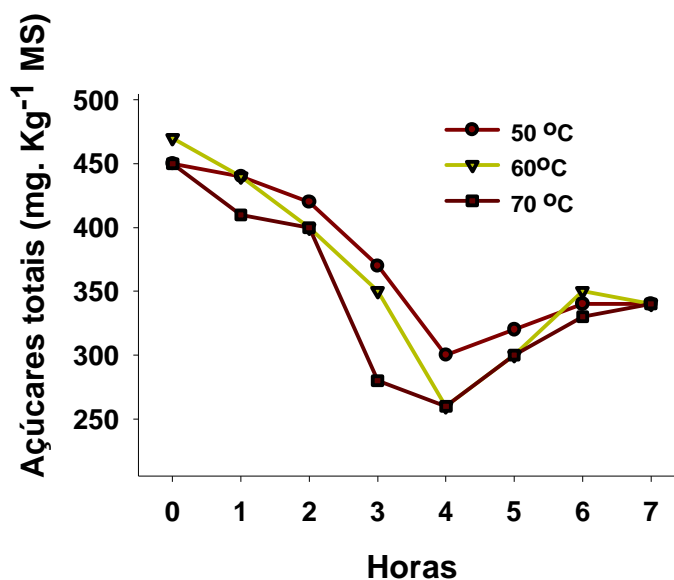


Figura 8. Teores de açúcares totais na farinha de minicenouras população 0612435, em três temperaturas de secagem por sete horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008. MS = matéria seca.

Observou-se diminuição dos teores de açúcares totais de maneira mais acentuada para a temperatura de 70 °C até 4 horas após o início da secagem. Verificou-se que após quatro horas de secagem houve tendência de elevação dos teores de açúcares totais. Esse comportamento é provavelmente devido ao fato de que, a partir desse ponto, houve a quase total secagem do produto, havendo então uma concentração dos açúcares totais. Adicionalmente, Bobbio & Bobbio (2001) relatam que a temperatura de 70°C afeta de maneira significativa à velocidade de metabolização dos açúcares nos alimentos.

### Açúcares redutores

Os resultados encontrados para os açúcares indicaram um incremento nos teores após 4 horas do início da secagem para todas as temperaturas estudadas, provavelmente devido ao fato da diminuição da água no produto.

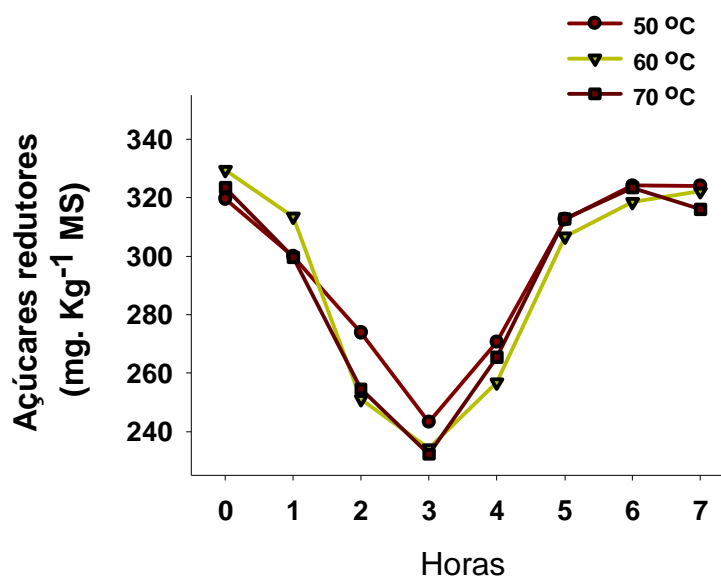


Figura 9. Teores de açúcares redutores na farinha de minicenouras da população 0612435, em três temperaturas de secagem durante sete horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008. MS = matéria seca.

Segundo Araújo (2004), o efeito da temperatura alta ou baixa e o armazenamento, associados à redução da atividade de água do alimento, resulta no aumento rápido da velocidade de escurecimento (reação de Maillard) afetando a composição do pigmento formado.

Para os açúcares redutores verificou-se a mesma tendência de redução observada para açúcares totais até a terceira hora do processo de secagem. A partir desse ponto houve elevação da concentração desses compostos (Figura 9).

A redução dos teores de açúcares redutores ocorreu de forma mais intensa nas primeiras horas em função desse processo ser dependente da presença de água no meio (hidrólise). A partir desse momento a água foi paulatinamente retirada do meio, cessando o processo de hidrólise, que deu lugar a um processo de formação dos açúcares redutores.

## **Conclusão**

Nas condições experimentais que foi realizado o presente trabalho, e pelos resultados obtidos, concluiu-se que as raspas de minicenouras podem ser transformadas em farinha acarretando numa maior conservação do produto e aumento da vida útil. Entre as temperaturas estudadas a indicada seria a de 50 °C por manter no final da secagem uma maior concentração dos pigmentos analisados e não interferir de forma significativa nos teores de açúcares analisados.

O estudo da vida de prateleira da farinha é fundamental na determinação da sua qualidade final, pois após passar alguns dias nas gôndolas dos supermercados é importante saber se houve alguma alteração significativa no produto. Neste estudo foi observado que para melhor preservar as características funcionais da farinha aconselha-se a utilização de embalagem de polietileno de alta densidade leitosa. Essa embalagem foi a que, entre todas as estudadas, mais contribuiu para a manutenção dos teores do pigmento carotenóide  $\beta$ -caroteno.

## Referências bibliográficas

ALMEIDA-MURADIAN, L. B. & PENTEADO, M. V. C. Carotenóides. In: Penteado, M.V.C. Vitaminas: Aspectos Nutricionais, Bioquímicos, Clínicos e Analíticos. São Paulo: Ed. Manole, p. 3-52, 2003.

AMAYA-FARFAN, J. Efeitos do Processamento nos Carotenóides. In: Ciclo de Palestras Alimentos Funcionais – Aspectos Tecnológicos. Campinas: SBCTA, 2002. 67p.

BAUERNFEIND, J. C.; BRUBACHER, C. B.; KLÄUI, H. M. & MARUSICH, W. L. Carotenoids. Birkhauser, Basel, p.743-770, 1971.

BRITTON, G. Carotenoids. In: Natural foods colorants, Hendry, G.F., Blackie, New York, p.141-148, 1992.

CARVALHO, P. R. N. Análise de vitaminas em alimentos. **ITAL**, não paginado, Campinas, 1993.

CHANDLER, L. A., SCHWARTZ, S. J. Isomerization and losses of *trans*- $\beta$ -carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 36, n. 1, p. 129-33, 1988.

CHEFTEL, J. C. & CHEFTEL, H. **Los principales sistemas bioquímicos alimentarios – comportamiento durante los tratamientos. Frutas y legumbres.** In: Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. V I. España: Ed. Acribia, S. A., p. 135-214, 1992.

FLOROS, J. D. **The shelf life of fruits and vegetables.** In: Shelf life studies of foods and beverages. Elsevier Science Publishers B. V., p. 195-216, 1993.

LARAL, J.A.F.; CLEMENTE P.R.;SALSI,S.M.; Carotenoides e valores de vitamina A do fruto e da farinha de Bocaiuva (*Acrocomia mokayayba* ) Carotenoids and provitamin A values of fruit and flour of Bocaiuva Rev. Farm. Bioquim. São Paulo v.2, p. 158-159 , 2004.

MOSHA, T.C.; PACE, R.D.; ADEYEYE, S.; LASWAI, H.S.; MTEBE, K. Effect of traditional processing practices carotene and vitamin A activity of selected Tanzanian vegetables. Plant Foods for Human Nutrition, v.50 n.3, p.189-201. 1997.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.;PÁEZ,H. H. & QUEIRÓZ, V. M. V. Evaluation of total carotenoids, a-andb-carotene in carrots (*Daucus carota* L.) during home processing. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 39-44, 1998.

RAMOS, D. M. R. Avaliação das perdas de carotenóides e valor de vitamina A durante a desidratação e a liofilização industrial de minicenourase espinafre (Tese de Mestrado), Campinas, 1991, 106p. Universidade Estadual de Campinas.

REYES, V. G. Improved preservation systems for minimally processed vegetables. TRAVAGLINI, D.A. Curso de alimentos desidratados. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo– **ITAL**, 1981.

SALES, A.M; SCARBIERI, V.C.; OLIVEIRA, J.S de; FILHO, A.N. Efeito do processamento térmico sobre o valor nutritivo dos alimentos, 1983, 401p.

SIMPSON, K. L., CHICHESTER, C. O. Metabolism and nutritional significance of carotenoids. **Rev. Nutr.**, Palo Alto, v. 1, p. 351-74, 1981.

HARDY, J.; PARMENTIER, M; FANNI, J. Functionality of nutrients and thermal treatments of food. Vandoevre, France: Nutrition Society, v.58, p.579 - 585. 1999.

HIANE, P. A.; PENTEADO, M. V.C.; Carotenóides pró-vitâmnicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) **Rev. Farm. Bioquim.** São Paulo v.2, p. 158-159 , 1989.



## **Artigo 2**

**Desenvolvimento de polpa pasteurizada de cenoura a partir dos resíduos do processamento mínimo e avaliação de compostos funcionais do produto obtido.**

## 5. Artigo 2

### **Desenvolvimento de polpa pasteurizada de cenoura a partir dos resíduos do processamento mínimo e avaliação de compostos funcionais do produto obtido**

#### **Resumo**

O consumo de alimentos minimamente processados tem aumentado significativamente no Brasil nos últimos anos e dentre estes as cenouras tem se destacado. Contudo, no processamento mínimo para obtenção de minicenouras há uma perda, na forma de raspas, de cerca de 30% em massa. Acredita-se que o uso destes resíduos na alimentação humana possa tornar ainda mais viável a atividade de processamento mínimo no país. O presente trabalho teve como objetivo determinar o efeito de diferentes binômios temperatura – tempo de pasteurização e do armazenamento em diferentes condições ambientais sobre alguns compostos funcionais de interesse para a saúde humana. Cenouras (*Daucus carota* L.) população 0612435, do campo experimental da Embrapa Hortaliças, e do híbrido Juliana, oriundas do comércio local de Brasília, DF, foram selecionadas, lavadas em água corrente, classificadas e minimamente processadas por abrasão em máquina processadora por 36 segundos. Os resíduos desse processamento foram centrifugados e ao produto obtido deu-se o nome de polpa bruta. Essa polpa bruta foi submetida à pasteurização em três binômios temperatura / tempo (65 °C / 30 minutos, 75 °C / 8 minutos e 85 °C / 1 minuto). O material obtido foi analisado antes e depois da pasteurização quanto ao perfil de carotenóides e os teores de açúcares totais e açúcares redutores. Num segundo conjunto de experimentos a polpa pasteurizada (binômio 85 °C / 1 minuto) foi armazenada em diferentes condições ambientais, sendo frascos abertos e fechados sob refrigeração a 10 ± 1 °C e frascos fechados em temperatura ambiente (24 ± 1 °C). Retiraram-se alíquotas a cada 5 dias durante 20 dias. Foram analisados o perfil de carotenóides e os teores de açúcares totais e açúcares redutores. A pasteurização da polpa de minicenouras no binômio de 85 °C por 1 minuto acarretou no atingimento do ponto frio em um menor espaço de tempo (38 minutos). Os teores de  $\alpha$ -caroteno reduziram significativamente após a pasteurização da polpa para os três binômios avaliados. Verificou-se que os teores de  $\alpha$ -caroteno reduziram de maneira consistente em todas as condições de armazenamento estudadas. Ocorreu redução gradual nas concentrações de  $\beta$ -caroteno que chegou a 25% do teor inicial nos binômios 75°C/ 8 min e 85°C/ 1 min. Verificou-se ainda para esse mesmo pigmento que ao final do experimento os frascos mantidos abertos e sob refrigeração tiveram redução da ordem de 63% do teor inicial. Observou-se que houve aumento significativo nos teores de cis- $\beta$ -caroteno após a pasteurização. O material armazenado fechado, à temperatura ambiente, foi o que apresentou os maiores teores de cis- $\beta$ -caroteno quando comparados com os demais tratamentos. Verificou-se que para todos os tratamentos houve tendência de elevação dos teores de açúcares solúveis totais após o processo de pasteurização. Similamente ao verificado para açúcares totais constatou-se que os teores de açúcares redutores aumentaram após o processo de pasteurização. Nas condições em que foi conduzido o presente experimento concluiu-se que a exposição a maiores temperaturas e oxigênio influenciou significativamente nos teores de carotenóides, contribuindo para diminuição na concentração dos componentes próvitamínicos.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais, polpa de cenoura, pasteurização, perfil de carotenóides.

## **Desenvolvimento de polpa pasteurizada de cenoura a partir dos resíduos do processamento mínimo e avaliação de compostos funcionais do produto obtido**

### **Abstract**

The consumption of fresh-cut products has increased significantly in Brazil during the last years and among them carrot is an important crop. However, during minimal processing 30% of raw material ended up as a by-product. It is believed that this by-product can be used in human diet what will make the fresh-cut business even stronger. The present was carried out aiming at evaluating the effects of different time – temperature combinations in the pasteurization of carrot pulp and its storage under different ambient conditions and how these treatments affect the levels of important functional compounds for human health. Carrots (*Daucus carota* L.), line 0612435 and the hybrid Juliana were either harvested in experimental fields or obtained in the local market and then selected, washed in tap water, and minimally processed as baby carrots by abrasion for 36 seconds using a processor. By-products were centrifuged and the final product obtained was named raw pulp. raw pulp was placed in glass flasks and submitted to pasteurization in three temperature / time combinations (65 °C / 30 min; 75 °C / 8 min; and 85 °C / 1 min). Thermocouples were positioned in the cold spot inside the flasks, which were kept in hot water bath, until the schedule time for each treatment. Carotenoids profile and the content of total and reducing sugars were evaluated before and after pasteurization. The shelf life of the pasteurized pulp (85 °C / 1 min.) was also evaluated under different ambient conditions. Samples were taken every days during a 20-day period. Samples pasteurized at 85 °C for 1 min reached the cold spot faster than the other ones.  $\alpha$ -carotene had a degradation, in the pasteurized pulp, for the three studied time – temperature combinations. During pasteurized pulp storage there was a reduction of  $\alpha$ -carotene around 47% for the material stored in closed flasks at ambient conditions and around 30% for the flasks stored opened under refrigeration. Pasteurization caused a gradual loss of  $\beta$ -carotene and this loss was around 25% of the initial content for the combinations of 75°C/ 8 min and 85°C/ 1 min. The results obtained in the present work pointed out an increase in the content of cis- $\beta$ -carotene during pasteurization and storage, being higher in the last procedure. It was concluded that pulp must be stored under refrigeration, in closed flasks, for up to 15 days. Both reducing and total sugars increased in all treatments after pasteurization for the three different time-temperature combinations. In the conditions the present experiment was carried out it was concluded that product exposition to higher temperatures and oxygen significantly influenced the content of carotenoids pigments, contributing to the reduction in pro-vitamin A activity of those pigments.

Key-words: agro industrial by-products; baby-carrots; carotenoids; pasteurization; pulp

## Introdução

As cenouras são as principais fontes de origem vegetal de  $\alpha$  e  $\beta$  - caroteno na alimentação humana. Estes pigmentos, amplamente distribuídos na natureza, são responsáveis pelas colorações do amarelo ao vermelho de flores, folhas, frutas, algumas raízes (BRITTON, 1992; PINHEIRO-SANT'ANA, 1992).

Alimentos de origem vegetal, como as hortaliças desempenham um importante papel na alimentação humana devido ao seu valor nutricional. Estes alimentos são ricos em fibras e micronutrientes (vitaminas e minerais) que atuam na prevenção de doenças crônicas degenerativas.

A vitamina A é encontrada nas hortaliças folhosas verde-escuras e nas amarelo-alaranjadas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 1998). Sua deficiência é um problema sério de saúde pública, sendo a maior causa de mortalidade infantil em países em desenvolvimento. Uma deficiência prolongada pode produzir alterações na pele, cegueira noturna, ulcerações na córnea que podem levar à cegueira, distúrbios de crescimento e dificuldade de aprendizado na infância (WHO/UNICEF, 1995).

No Brasil, cerca de 10% (aproximadamente 75 mil toneladas) das raízes produzidas são consideradas finas e com baixo valor comercial. A Embrapa Hortaliça desenvolveu uma tecnologia de processamento mínimo de cenoura, que viabiliza a utilização dessas raízes finas, transformando-as em minicenouras. (SILVA *et al*/2001). Durante o processamento 30% do material se tornam raspas e são utilizados como adubo orgânico ou ração animal (MACHADO *et al*, 2006).

O processamento mínimo consiste em submeter hortaliças e frutos a uma ou mais alterações físicas, como lavagem, descascamento, fatiamento e corte, e em alguns casos a tratamentos químicos, tornando-os prontos para o consumo ou preparo. Após serem processados, os produtos devem apresentar atributos de qualidade, mantendo o máximo de suas características nutritivas e sensoriais, como frescor, aroma, cor e sabor (JACOMINO *et al*, 2004).

A produção da polpa (raspas) gerada a partir do processamento mínimo de cenouras é uma alternativa para reduzir o desperdício e agregar valor ao produto rico em nutrientes. A pasteurização desta polpa é uma forma de garantir a qualidade para a utilização deste produto na alimentação humana, pois este método é um tratamento térmico que destrói microrganismos patogênicos que podem colocar em risco a saúde do homem (MACHADO *et al*, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da pasteurização nos resíduos do processamento de minicenouras em diferentes binômios temperatura / tempo, e avaliar a vida de prateleira da polpa pasteurizada armazenada em diferentes ambientes, no perfil de carotenóides, teores de açúcares totais e redutores.

## **Materiais e métodos**

### **Matéria-prima e preparo do material**

Cenouras (*Daucus carota* L.) população 0612435, para a determinação dos binômios, e da cultivar Juliana utilizada para avaliar o efeito do armazenamento, produzidas no campo experimental da Embrapa Hortaliças, e no comércio local de Brasília, DF, foram selecionadas, lavadas em água corrente, classificadas e minimamente processadas por abrasão, na forma de minicenouras, em máquina processadora por 36 segundos, de acordo com Moretti & Mattos (2007).

Os resíduos oriundos desse processamento foram centrifugados e ao produto resultante deu-se o nome de polpa bruta que foi distribuída em oito frascos de vidros esterilizáveis de 200 g e submetida à pasteurização em banho-maria (modelo TE 055 Tecnal Ltda) em três binômios temperatura / tempo (65 °C / 30 min, 75 °C / 8 min e 85 °C / 1 min). Termopares foram inseridos nos frascos com as polpas, em seu ponto frio, mantidos em banho aquecido, durante o tempo programado para os três binômios e resfriados em água gelada até completar duas horas do início dos tratamentos.

Para analisar a vida de prateleira a polpa foi pasteurizada no binômio 85 °C / 1 minuto e colocada em 15 frascos de vidro esterilizável. Os frascos foram armazenados nas seguintes condições: aberto e fechado a  $10 \pm 1$  °C e fechado à temperatura ambiente ( $24 \pm 1$  °C). Retiraram-se amostras a cada cinco dias de armazenamento.

Foram determinados o perfil de pigmentos carotenóides e os teores de açúcares solúveis totais e redutores antes e após a pasteurização e durante o armazenamento da polpa, de acordo com as metodologias descritas a seguir.

## **Análises químicas**

### **Perfil de carotenóides**

O perfil de carotenóides foi obtido por meio de análise em cromatógrafo líquido de alta eficiência, de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999). Utilizou-se cromatógrafo Shimadzu (SPD-M10 AVP, Kyoto, Japão), com coluna C<sub>18</sub> em fase reversa de 150 mm x 3,9 mm e com pré-coluna C<sub>18</sub>, injetor automático, detector de UV-VIS no comprimento de onda de 450 nm, com arranjo de fotodiodo. A fase móvel foi constituída dos seguintes eluentes acetonitrila: metanol: acetato de etila: trietilamina, nas proporções de 79,9: 10: 10:0, 1 sob o fluxo de 0,8 mL.min.<sup>-1</sup>. Injetaram-se 20 µL da amostra e foram realizadas duas injeções para cada extrato da amostra. O cálculo do teor de carotenóides foi realizado por meio da elaboração da curva padrão de α e β-carotenos em 6 concentrações diferentes, variando de 10 a 100 µg.µL<sup>-1</sup>. de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999).

### **Açúcares solúveis totais**

Os açúcares totais foram determinados por método espectrofotométrico descrito por Dubois *et al.* (1956).

## **Açúcares redutores**

Determinados por método espectrofotométrico de Somogyi-Nelson (NELSON, 1944; SOMOGYI, 1945).

## **Análise estatística**

O experimento binômio temperatura - tempo para pasteurização foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x2 (3 binômios temperatura – tempo e dois tempos de avaliação) com 8 repetições.

Para a vida de prateleira da polpa pasteurizada, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x5 (3 condições ambientais e 5 tempos de amostragem) com 3 repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de diferença mínima significativa, em que as diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (SHAMAILA *et al.*, 1992).

## Resultados e discussão

### Binômios temperatura / tempo de pasteurização

Os diferentes tratamentos apresentaram distintas variações de temperaturas no ponto frio dos frascos com a polpa durante a pasteurização nos três binômios temperatura / tempo por um período de duas horas (Figura 1).

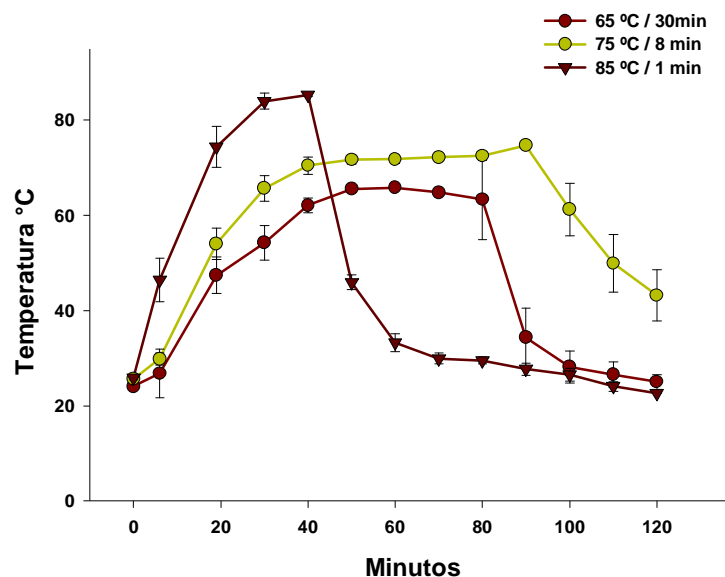


Figura 1. Curvas de pasteurização nos binômios temperatura / tempo 65 °C / 30', 75 °C / 8' e 85 °C / 1' da polpa de minicenouras população 0612428, durante duas horas. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008.

Em estudos conduzidos por Faraoni (2007) verificou-se que a utilização do binômio 75 °C por 8,7 minutos para a pasteurização de polpa de manga orgânica foi o mais indicado. No presente estudo foi escolhido o binômio temperatura / tempo de 85 °C por 1 minuto.



## $\alpha$ -caroteno

Os carotenóides apresentam muitas possibilidades de ocorrência de isomerização, que pode ser especialmente induzida por exposição a temperatura ou a luz. Provavelmente devido a este fato, neste estudo foi observado um decréscimo nos teores de  $\alpha$ -caroteno que reduziram significativamente após a pasteurização da polpa nos três binômios avaliados (Figura 2).

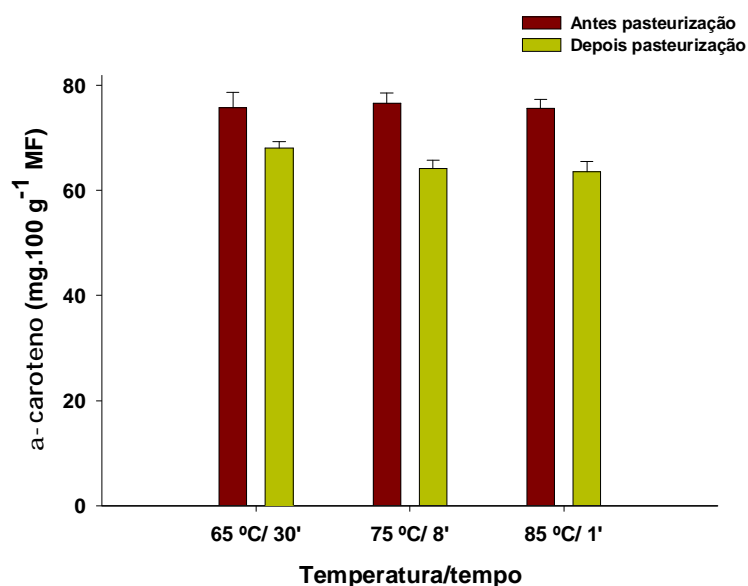


Figura 2. Concentrações de  $\alpha$ -caroteno na polpa de minicenouras população 0612428, antes e depois da pasteurização em diferentes binômios temperatura-tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF = matéria fresca.

As vitaminas e as provitaminas nos alimentos são perdidas por ação de agentes químicos e de outros fatores, como o pH, a temperatura e a exposição à luz e ao oxigênio. Na condição de vácuo, ocorrem cerca de 5 a 40% de perdas de atividade em função do tempo, temperatura e natureza do carotenóide. Na presença de oxigênio, a destruição da vitamina é estimulada por enzimas, luz e

co-oxidação com hidroperóxidos, resultantes da oxidação de lipídeos. A oxidação pode resultar em perda completa da atividade das vitaminas (GROSS, 1991).

Como os carotenóides provitamínicos A são sensíveis ao calor, após a pasteurização nos três binômios estudados, observou-se reduções nos teores dos mesmos (Figura 2). Estas reduções nos teores de  $\alpha$ -caroteno foram menores após a pasteurização para a menor temperatura estudada (65 °C), apesar do tempo de exposição a essas condições ter sido mais elevado (30 min). Não houve diferença significativa entre os binômios 75 °C / 8 min e 85 °C / 1 min. Em estudos realizados com pimentões amarelos após o cozimento foi observado reduções variando entre 21 e 31% nos teores dos pigmentos provitamínicos A (BIANCHINI,1998).

Uma das principais razões da redução dos teores de pigmentos carotenóides é a oxidação que ocorre por diversos fatores, tais como exposição à luz, temperatura e oxigênio, entre outros. No presente estudo ficou demonstrado claramente que a polpa de minicenouras exposta a temperaturas mais elevadas teve menor concentração desses pigmentos, o que está de acordo com o preconizado por Rodriguez- Amaya (1999).

Observou-se que os frascos mantidos fechados a  $10 \pm 1$  °C apresentavam teores do pigmento, ao final do experimento, que eram significativamente maiores do que os frascos mantidos abertos (Figura 3).

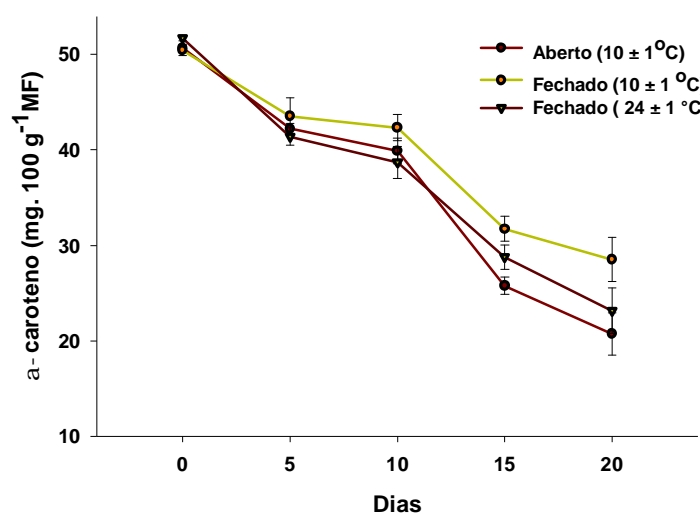


Figura 3. Concentração de  $\alpha$ -caroteno na polpa de minicenouras, híbrido Juliana pasteurizada durante armazenamento em três ambientes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF = matéria fresca.

Nos frascos mantidos fechados em condições ambientais e abertos a  $10 \pm 1$  °C os teores de  $\alpha$ -caroteno eram estatisticamente idênticos. Estes resultados indicam claramente um maior efeito do oxigênio na degradação do pigmento do que a temperatura de armazenamento.

Houve decréscimo no teor de  $\alpha$ -caroteno durante o armazenamento em todas as condições ambientais estudadas, provavelmente devido à exposição a oxidação que pode acontecer se o alimento for submetido a temperatura, luz, ou armazenamento prolongado. Segundo Belitz & Grosch (1997), a maioria dos carotenóides são termolábeis, e, além disto, podem ainda ser facilmente oxidados pelo oxigênio do ar e pela luz. Estas reações talvez aconteçam por meio da formação de radicais livres.

## $\beta$ - caroteno

Verificou-se que de um modo geral em todos os tratamentos houve tendência de diminuição nos teores de  $\beta$ -caroteno analisados, após o processo de pasteurização (Figura 4).

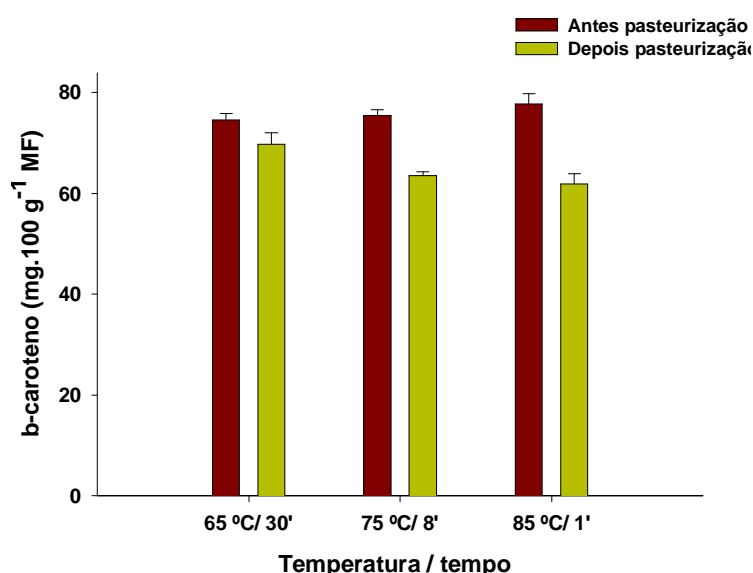


Figura 4. Concentrações de  $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras população 0612428, pasteurizada em diferentes binômios temperatura-tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF=matéria fresca.

Ocorreu redução gradual nas concentrações de  $\beta$ -caroteno chegando a 25% do teor inicial nos binômios 75°C/ 8 min e 85°C/ 1 min. (Figura 4). Resultados com perdas semelhantes foram encontradas por Agostini-Costa *et al.*(2003) com 26% de perda em polpa de acerola e Araujo *et al.* em polpa de aceroleira (1999) com perda ao redor de 35%.

As perdas de  $\beta$ -caroteno, de acordo com HARDY *et al.* (1999) e SALES *et al.* (1983) são devidas à oxidação do alimento, que ocorre rapidamente a altas

temperaturas e na presença de oxigênio. HARDY *et al.* (1999) estudou a perda de nutrientes em alimentos durante os processos térmicos e verificou que, durante o cozimento, as perdas de vitamina A atingiram 40% em relação ao alimento *in natura*

O estudo dos perfis de carotenóides com atividade provitamínica durante o armazenamento mostrou que as maiores reduções nos teores de carotenóides ocorreram nas amostras armazenadas abertas, mesmo mantidas sob refrigeração, indicando claramente uma maior participação do oxigênio do que da temperatura no processo de oxidação dos pigmentos (Figura 5).

Similarmente ao observado para  $\alpha$ -caroteno houve redução significativa nos teores de  $\beta$ -caroteno durante o armazenamento por 20 dias (Figura 5)

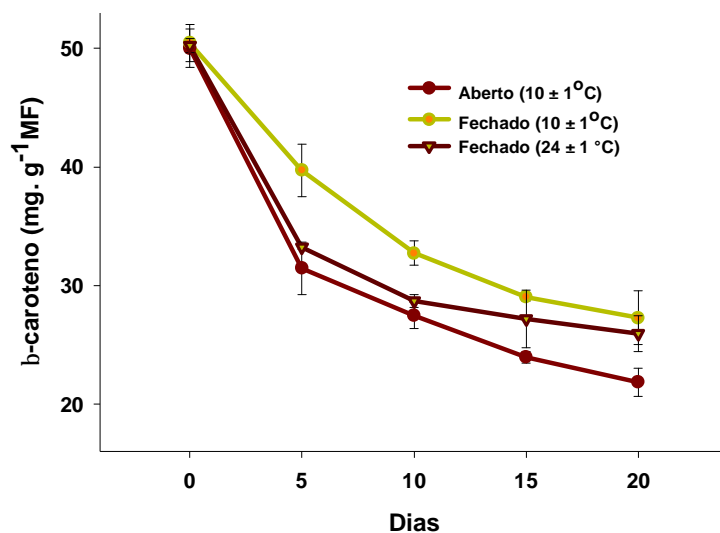


Figura 5. Concentrações de  $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras híbrido Juliana, pasteurizada durante armazenamento em três ambientes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF= matéria fresca.

Ao final do experimento os frascos mantidos abertos e sob refrigeração tiveram redução da ordem de 63% do teor inicial de pigmentos (Figura 5). Tal comportamento indica que a temperatura e o oxigênio foram fatores determinantes na indução do processo oxidativo. Valores semelhantes foram encontrados por O Hiane *et al.*, (1989) que encontrou um decréscimo de 63,1% na concentração de  $\beta$ -caroteno em polpa de bociúva durante o armazenamento.

A concentração de  $\beta$ -caroteno permaneceu estável nos frascos fechados armazenados a  $10 \pm 1$  °C, enquanto que nos demais ambientes o efeito do armazenamento foi maior durante todo o período de estudo, talvez devido à alta degradação do pigmento analisado na polpa pasteurizada exposta a um longo período de armazenamento.

A retenção dos carotenóides provitamínicos durante a estocagem de alimentos processados é favorecida pela baixa temperatura, proteção da luz, exclusão do oxigênio e antioxidantes, presentes naturalmente no alimento (CAVALCANTI *et al.*, 1995). Em estudo realizado para quantificar carotenóides totais em pitangas estocadas por 90 dias foram encontrados decréscimos consideráveis chegando a 30% (LOPES, *et al.*, 2005). Thakur & Arya (1988) verificaram uma maior perda dos carotenóides em polpas de manga submetidas à estocagem após oito semanas com um decréscimo de 30% nas concentrações destes pigmentos.

Em geral ocorreu diminuição nos pigmentos carotenóides durante os processos de armazenamento da polpa de minicenouras pasteurizada, sendo que ao final de quinze dias, as amostras que apresentaram melhor estado de preservação dos pigmentos foram as amostras acondicionadas em frascos fechados a  $10 \pm 1$  °C.

## cis- $\beta$ -caroteno

Observou-se aumento significativo nos teores de cis- $\beta$ -caroteno após a pasteurização (Figura 6).

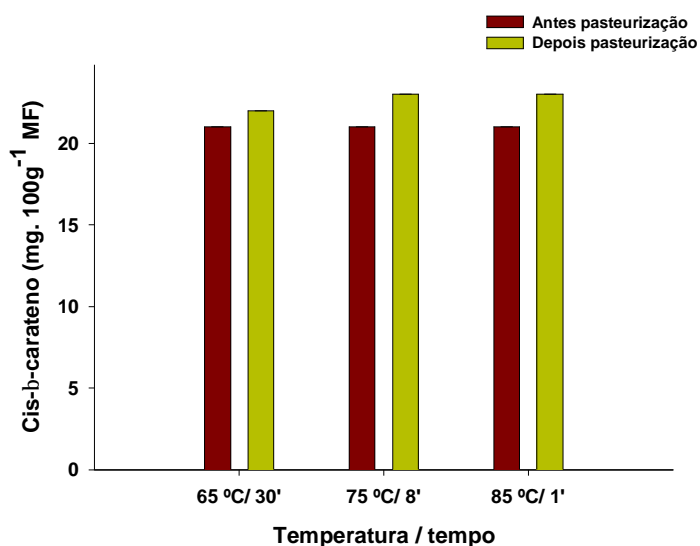


Figura 6. Concentrações de cis- $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras população 0612428, pasteurizada em diferentes binômios temperatura – tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF= matéria fresca.

Ocorreu a formação de cis- $\beta$ -caroteno nos três binômios avaliados, indicando a ocorrência de um princípio oxidativo do  $\beta$ -caroteno que perde a sua atividade provitaminica A, este aumento foi mais acentuado nos binômios 75 °C / 8 minutos e 85 °C / 1minuto (Figura 6).

A isomerização *cis-trans* pode ocorrer durante o processamento e estocagem do alimento (CHANDLER,1998). Os carotenóides são estruturas altamente instáveis, à temperatura, a luz, aos ácidos, ao oxigênio, que levam a alterações ou parcial destruição dos pigmentos. A exposição destes pigmentos a

tais agentes resulta na formação de isômeros *cis* ou *trans*, com a diminuição da cor e perda da atividade próvitamínica A.

Os carotenóides estão naturalmente protegidos nos tecidos das plantas, no entanto, quando frutas e vegetais são cortados ou desintegrados ocorre um aumento da exposição dos pigmentos ao oxigênio. A maior razão de perda dos carotenóides é a oxidação e muitos fatores, tais como exposição à luz e ao oxigênio, presença de enzimas, disponibilidade de água, podem influenciar o processo oxidativo. O processamento e a estocagem dos alimentos podem alterar significativamente a composição qualitativa e quantitativa dos carotenóides (LOPES, *et al.*, 2005).

Verificou-se que houve tendência de aumento dos teores de *cis*- $\beta$ -caroteno para os três tratamentos avaliados durante o armazenamento da polpa (Figura 7).

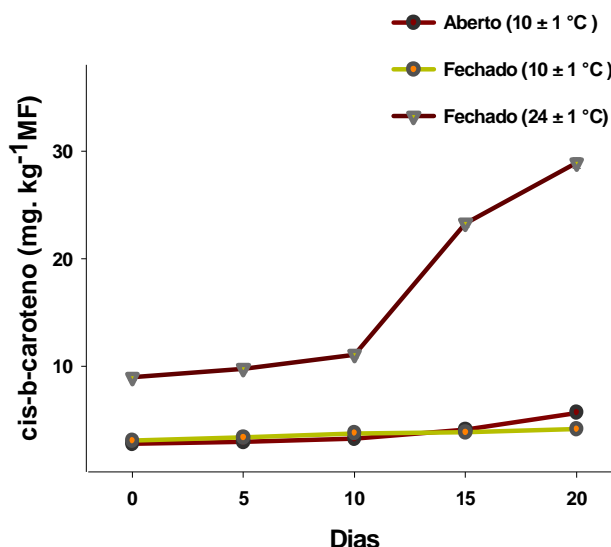


Figura 7. Concentrações de *cis*- $\beta$ -caroteno na polpa de minicenouras híbrido Juliana pasteurizada durante armazenamento em três ambientes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF = matéria fresca.



O material armazenado fechado, à temperatura ambiente, foi o que apresentou os maiores teores de cis- $\beta$ -caroteno quando comparados com os demais tratamentos.

Os resultados obtidos neste trabalho apontam que o armazenamento em longo prazo favorece o aumento do cis- $\beta$ -caroteno. A condição ideal para armazenar a polpa foi sob refrigeração por um prazo de 15 dias, pois neste período, nos frascos fechados sob refrigeração, a oxidação dos pigmentos ainda era baixa (Figura 7). Adicionalmente pode-se inferir que o surgimento do isômero cis- $\beta$ -caroteno, após a pasteurização, acarretou em alterações estruturais na conformação das moléculas dos pigmentos carotenóides estudados que possuem atividade próvitamínica. Tal comportamento indica que a temperatura foi um fator chave na ocorrência deste processo.

## Açúcares totais

Verificou-se que para todos os tratamentos houve tendência de elevação dos teores de açúcares solúveis totais após o processo de pasteurização (Figura 8).

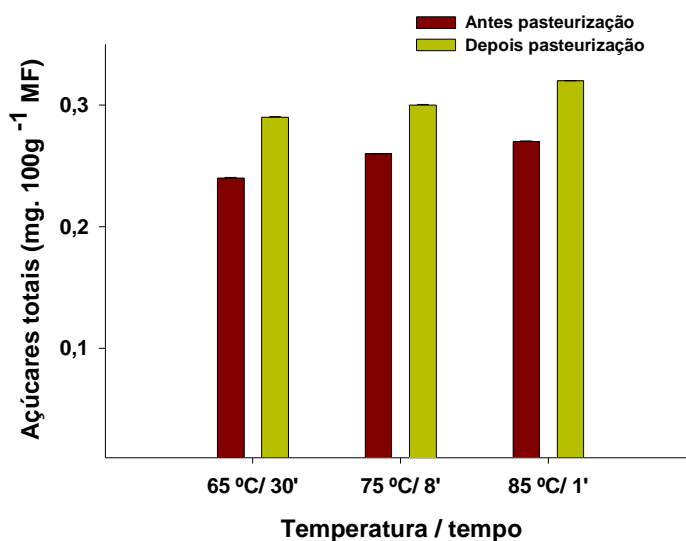


Figura 8. Concentrações de açúcares totais na polpa de minicenouras população 0612428 pasteurizada em diferentes binômios temperatura-tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF= matéria fresca.

Verificou-se aumento nos teores de açúcares totais em todos os binômios estudados. Tal comportamento indica que a temperatura foi um fator chave na promoção do incremento dos teores de açúcares totais na polpa. Segundo Griswold (1972), uma variação brusca de temperatura pode supersaturar a solução de açúcar e então ocorrer a cristalização. Este fato pode levar a erros no preparo

de doces como as rapadurinhas ou doce de leite em barras, pois o açúcar é adicionado na mistura a quente (a solubilidade é maior) e ao esfriar, cristaliza.

Os carboidratos são os nutrientes mais largamente consumidos seja na forma de açúcares naturais em frutas e hortaliças, ou nas várias formas, de alimentos elaborados, como geléias e doces entre outros. Os açúcares conferem sabor doce aos alimentos, a sensação de doçura é sentida na região da extremidade da língua, concentrações mínimas são necessárias para serem detectados como, por exemplo, a sacarose 0,3%, glicose 0,07% e frutose 0,2% (ARAÚJO, 2004).

Observou-se diminuição nos teores de açúcares solúveis totais durante o armazenamento por 20 dias (Figura 9)

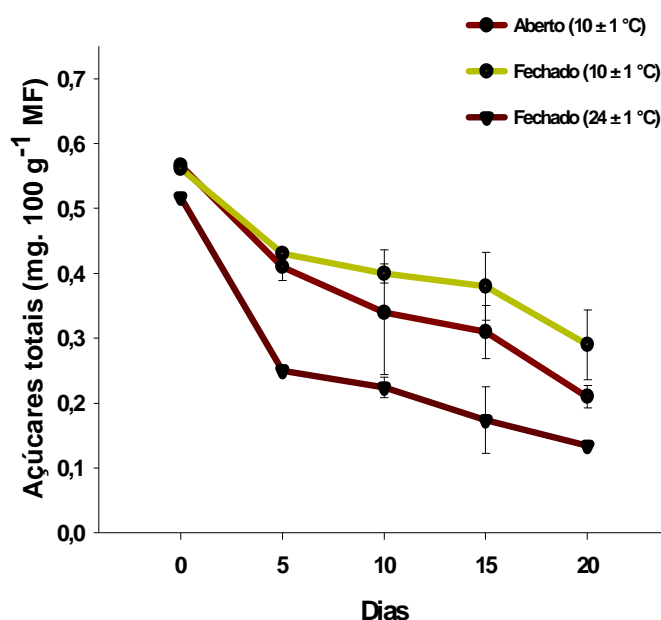


Figura 9. Concentrações de açúcares totais da polpa de minicenouras híbrido Juliana pasteurizada, durante armazenamento em três ambientes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF= matéria fresca.

Ao final do experimento verificou-se que os teores de açúcares totais eram significativamente maiores nos frascos fechados sob refrigeração do que os teores encontrados nos demais tratamentos (Figura 9). Em estudo com goiabas durante

o período de armazenamento, foi observado aumento nos teores de açúcares totais variando entre 4,21% e 9,30% (EVANGELISTA *et al*, 2006).

### Açúcares redutores

Similarmente ao verificado para açúcares totais constatou-se que os teores de açúcares redutores aumentaram após o processo de pasteurização (Figura 10).

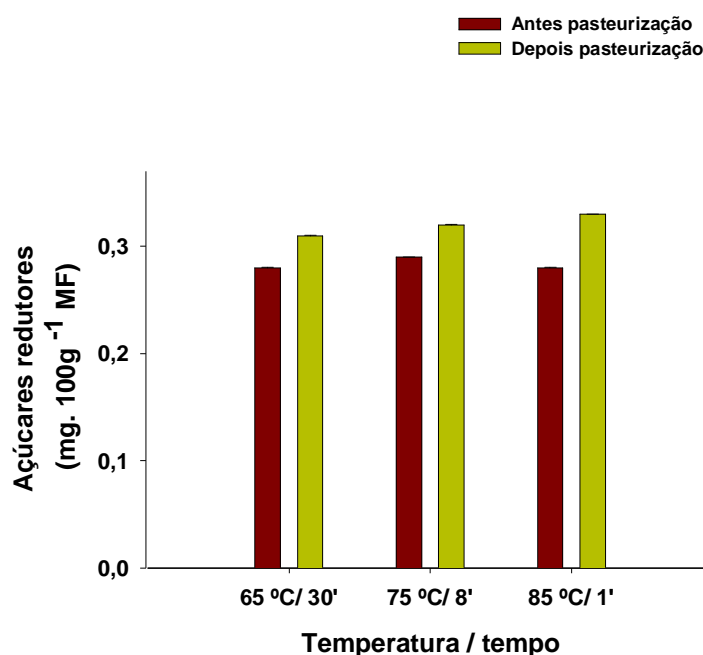


Figura 10. Concentrações de açúcares redutores na polpa de minicenouras população 0612428 pasteurizada em diferentes binômios temperatura / tempo. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF= matéria fresca.

Tal comportamento indica que a temperatura foi um fator chave na promoção do incremento dos teores de açúcares redutores na polpa. Os valores obtidos estão de acordo com os encontrados por Brasil *et al.* (1996) em goiabas.

Os teores de açúcares solúveis redutores também diminuiram durante o processo de armazenamento (Figura 11).

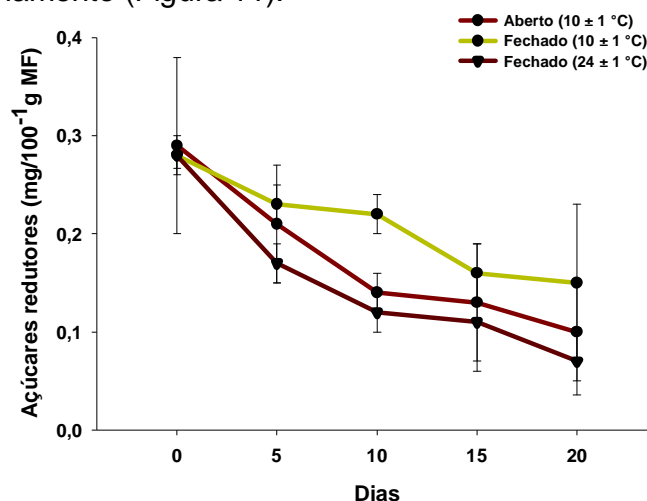


Figura 11. Concentrações de açúcares redutores da polpa de minicenouras híbrido Juliana pasteurizada durante armazenamento em três ambientes. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2008. MF= matéria fresca.

A redução nos teores desses carboidratos foi maior nos frascos fechados em temperatura ambiente. Tal constatação pode estar associada ao fato de que em temperaturas mais elevadas ocorrem processos de fermentação que consomem os açúcares redundando em sua diminuição.

O estudo dos açúcares totais e redutores da polpa de minicenouras é fundamental na determinação da qualidade final e no sabor e aroma final do produto, pois após passar pelas etapas de processamento é importante saber se houve alguma alteração significativa no produto final. Portanto uma redução na concentração de açúcares afeta o produto diminuindo o sabor e o aroma. Por

outro lado, uma quantidade excessiva de açúcares torna a polpa mais suscetível a contaminação por microrganismos fermentativos.

Nas condições em que foi conduzido o presente experimento concluiu-se que a exposição a maiores temperaturas, ainda que por períodos menores de tempo, teve influência significativa nos teores de açúcares totais e redutores.

## **Conclusão**

A utilização da pasteurização nos três binômios estudados é um tratamento que pode ser usado para estender-se a vida útil da polpa de minicenouras, sendo uma alternativa de aproveitamento do resíduo gerado neste processo. Todavia, algumas características nutricionais são significativamente alteradas.

A estabilidade dos carotenóides na polpa pasteurizada de minicenouras foi dependente tanto do tempo de armazenamento quanto da temperatura de pasteurização, apresentando inclusive cinéticas de degradação diferenciadas. As amostras que combinaram baixas temperaturas e embalagem fechada apresentaram maior retenção dos pigmentos analisados. Os teores de carotenóides avaliados diminuíram ao longo do tempo de armazenamento, sobretudo o  $\beta$ -caroteno que reduziu. Houve aumento gradativo do cis- $\beta$ -caroteno devido ao desencadeamento do processo oxidativo.

O estudo da vida de prateleira dos produtos pasteurizados é fundamental na determinação da qualidade nutricional final dos alimentos, pois após passar pelas etapas de processamento é importante saber se houve alguma alteração significativa no produto final. Nas condições em que foi conduzido o presente experimento concluiu-se que a exposição a maiores temperaturas e oxigênio influenciou significativamente nos teores de carotenóides, contribuindo para diminuição na concentração dos componentes provitamínicos.

Os resultados obtidos neste trabalho apontam que o armazenamento a longo prazo favorece o aumento do cis- $\beta$ -caroteno. O armazenamento da polpa a 10 °C em frascos fechados mostrou-se ser o mais adequado para uma maior retenção dos teores de pigmentos carotenóides.

Os resultados observados no presente trabalho permitiram ressaltar que em referência a qualidade nutricional, o método de conservação mais eficiente foi à pasteurização no binômio temperatura / tempo 65°C / 30 minutos. Com relação à questão econômica, o binômio mais indicado para pasteurização da polpa de minicenouras é o de 85 °C por 1 minuto.

### **Referências Bibliográficas**

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.

ALVES, R. E. Qualidade de acerola submetida à diferentes condições de congelamento, armazenamento e aplicação pós-colheita de cálcio. 1999. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ARAUJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MOURA, C. H. M.; Estabilidade da polpa de frutos de novos clones de aceroleira conservada por congelamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19. 2004. Recife. Recife: CBCTA, 2004. CD-ROM.

BRASIL, I.M., Maia, G.A., Figueredo, R.W.; Estudo do rendimento do suco de goiaba extraído por tratamento enzimático. **Ciência e tecnologia de Alimentos**. V.16 n.1: p. 57-61, São Paulo, 1996.

BRITTON, G. Carotenoids. Natural foods colorants, Hendry, G.F., Blackie, New York, p.141-148, 1992.

CAVALCANTE, M. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Alteration of the carotenoid composition during manufacture and storage of frozen fruit. In: . Budapeste, 1995.

CHANDLER, L. A., SCHWARTZ, S. J. Isomerization and losses of *trans*- $\beta$ -carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. **J. Agric. Food Chem., Washington**, v. 36, n. 1, p. 129-33, 1988.

CHITARRA M.I.F; CHITARRA A.B. Pós-colheita de Frutas e Hortaliças. Lavras: UFLA. 256 p. 2006.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K. REBERS, P.A.; SMITH, F. **Colometric method for determination of sgars and related substances**. Anal. Chen. V.28 p. 350-356, 1956.

ENDO, E.; BORGES, S.V.; DAIUTO, E.R.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E.; Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edullis* f. *flavicarpa*) desidratado **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.27 n.2 Campinas. 2007.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. Editora Atheneu. São Paulo. 571p. 2003.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of Food Insecurity in the Word**, 1999.

FARIA, E.V. Avaliação e determinação da vida de prateleira: a importância da análise sensorial. IN: MOURA, S.C.S.R. de; GERMER, S.P.M. Manual do curso de reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados. Campinas: **Instituto de Tecnologia de Alimento**, 75 p. 2002.

GRISWOLD, R. Cristalização nas balas e sobremesas geladas. In: GRISWOLD, R. **Estudo experimental dos alimentos**.: Ed. USP, p. 371-98. São Paulo, 1972.

LIMA, K. S. C.; GROSSI, J. L. S.; LIMA, A. L. S.; ALVES, P. F. M. P.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O. SABAA-SRUR, A. U. Efeito da irradiação ionizante g na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.



HARDY, J.; PARMENTIER, M; FANNI, J. Functionality of nutrients and thermal treatments of food. Vandoevre, France: Nutrition Society, v.58, p.579 - 585. 1999.

LIME, B.J.; GRIFFITHS, F.P.; O' CONNOR, R.T.; HEINZELMAN, D.C.; MSCALL, E.R. Spectrophotometric Métodos For Determining Pigmentation- Beta- Carotene And Licopene Ruby Red Grapefruit. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** v.5 n.12 p. 914-4.

LOPES, A.S.; MATTIETTO, R.A.; MENESES, H.C.; Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25 n.3: p.553-559, 2005

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, L. **Krause**: Alimentos Nutrição e Dietoterapia. 9º ed. São Paulo: Roca; 1998. 1179 p. 1957.

MOSHA, T.C.; PACE, R.D.; ADEYEYE, S.; LASWAI, H.S.; MTEBE, K. Effect of traditional processing practices carotene and vitamin A activity of selected Tanzanian vegetables. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.50 n.3, p.189-201. 1997.

MORETTI, C. L.; MACHADO, C. M. M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. IV Encontro Nacional de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, São Pedro, SP. Anais do IV Encontro Nacional de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Piracicaba - SP: ESALQ/USP, v. 1. p. 25-32. 2006.

MORI, E.E.M. et al. Métodos Sensoriais e Físicos para Avaliação de Alimentos e Bebidas. Princípios de Aplicação. Campinas: **ITAL**, 177p (Apostila) 1982.

NELSON, N. A. Photometric Adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 153 p. 375-380, 1944.

NOGUEIRA, A.L.C.; SOUZA, G.C.; ALVES, O.M.B.; DOMINGOS, M.S.C.D.; MARQUES, L.F.; COSTA, T.L.; PAIXÃO, F.J.R.; Avaliação sensorial de água de coco (*Cocos nucifera* L) in natura e processada. **Revista de biologia e ciências da terra**. v. 4, 2004.

PAOLO, G. L. A.; RAIMUNDO W. F., RICARDO, E. A.; GERALDO A. M.; JOÃO R. P.,  $\beta$ -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses; Departamento de Tecnologia de Alimentos, Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; PÁEZ, H. H. QUEIRÓZ, V. M. V. Evaluation of total carotenoids,  $\alpha$ - and  $\beta$ -carotene carrots (*Daucus carota* L.) during home processing. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, v. 18, n. 1. 44p. 1998.

RODRIGUEZ-AMAYA D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. ILSI Press, Washington DC. 1999.

SALES, A.M; SCARBIERI, V.C.; OLIVEIRA, J.S de; FILHO, A.N. Efeito do processamento térmico sobre o valor nutritivo dos alimentos, 1983, 401p.

SIMPSON, K. L., CHICHESTER, C. O. Metabolism and nutritional significance of carotenoids. **Rev. Nutr.**, Palo Alto, v. 1, p. 351-74, 1981.

SOMOGYI, M. **A new reagent for the determination of sugars**. Journal of Biological Chemistry, v. 160, p. 61-68, 1945.

THAKUR, B. R.; ARYA, S. S. Relative suitability of plastic films for the frozen storage of mango pulp. , Westport v. 12, n. 3, p. 171-178, 1988.

UMIEL, N. GALBERMAN, W.H. **Analytical procedures for detecting carotenoids of carrot (*Daucus carota* L.) roots and tomato (*Lycopersicum esculentum*) fruits.** Journal of the American Society for Horticultural Science v.96, n.6, p.702-704, 1971.

WHO/UNICEF (**World Health Organization/United Nations International Children's Emergency Fund**). Modelling maternal mortality in the developing countries. Geneva: WHO/UNICEF. 32p. 1995.

ZENEBON, O. PASCUET, N. S. **Normas Analíticas** do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, v. 1. 1018 p. 2005.

### **Artigo 3**

**Formulações de macarrões enriquecidos com farinha de cenoura e  
selecionados por análise sensorial**

## 6. Artigo 3

### Formulações de macarrão enriquecido com farinha de cenoura e selecionadas por análise sensorial

#### Resumo

A geração de resíduos no processamento mínimo é um entrave tecnológico. No caso de minicenouras 30% da matéria prima são convertidos em uma raspa rica em carotenóides e outros nutrientes. O aproveitamento desta raspa no desenvolvimento de produtos alimentícios é importante pelo seu teor nutricional e pela contribuição na redução do desperdício de alimentos no País. A análise sensorial é uma importante ferramenta utilizada para o desenvolvimento de novos produtos e formulações, identificando as preferências dos consumidores. O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de macarrões utilizando diferentes granulometrias e concentrações de farinha de cenoura, visando o uso do resíduo gerado no processamento mínimo de cenoura na alimentação humana. Buscou-se ainda conhecer a aceitação do macarrão de cenoura junto aos consumidores. Cenouras (*Daucus carota* L.) híbrido Juliana foram minimamente processadas na forma de minicenouras, e a raspa resultante deste processo foi centrifugada e seca a 50°C durante sete horas, moída e peneirada em diferentes granulometrias. Prepararam-se nove formulações de macarrões, aplicou-se um teste de ordenação e quatro formulações foram escolhidas. Para os quatro macarrões, realizou-se um teste de aceitação e escolheram-se duas formulações. As seguintes análises foram realizadas no macarrão: perfil de carotenóides, tempo de cozimento, aumento de peso e volume e teor de sólidos solúveis totais. As formulações escolhidas foram as com 10% de concentração de farinha de cenoura e granulometrias de 100, e menor que 200 mesh. Para o teste de aceitabilidade os dados foram submetidos á análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste da Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Palavras-chave: Cenoura, macarrão, análise sensorial, farinha de cenoura, resíduos agroindustriais e processamento mínimo.

## **Formulações de macarrão enriquecido com farinha de cenoura e selecionadas por análise sensorial**

### **Abstract**

The generation of by-products during minimal processing is a technical hurdle. For baby carrots, 30% of the raw material is converted in a by-product that is rich in carotenoids and other nutrients. The utilization of this by-product for the development of novel foodstuff is important given its nutritional content and for the reduction of food loss in the country. Sensory analysis is an important tool used to develop novel foodstuff and new food formulations, once it helps to identify consumer preference. The objective of the present work was to develop new macaroni formulations using different concentrations of carrot flour and distinct carrot flour particle sizes. The study also aimed at evaluating consumer preference for the carrot macaroni developed. Carrots (*Daucus carota* L.), hybrid Juliana, were obtained in the local market and then minimally processed. The by-product was centrifuged, dried at 50 °C for seven hours, grinded and separated in a set of sieves that separated the material in different particle sizes. nine macaroni formulations, prepared with carrot flour, were evaluated considering three different contents of carrot flour (5, 10, and 15%) and size of flour particles (100, 200, and smaller than 200 mesh). Sensory analysis was carried out using 20 panelists and the four best formulations were chosen. Lately, another sensory analysis was performed, with the participation of 57 panelists, and two had the highest scores. The following analysis were carried out: carotenoids profile, increase in weight and volume and total soluble solids. The chosen formulations were the ones with 10% of carrot flour in substitution of wheat flour and particle sizes equal to 100 and smaller than 200 mesh.

**Key-words:** carrot; flour; fresh-cut; macaroni; sensory analysis

## Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. Esta hortaliça é rica em carotenóides que são importantes componentes nutricionais, pois podem se converter em vitamina A dentro do organismo, e há algum tempo eles vêm sendo utilizados como corantes em massas alimentícias (MACHADO *et al.*, 2006; ZENEBON *et al.*, 2005).

Um dos segmentos na produção de hortaliças que mais tem crescido nos últimos anos é a linha de produtos minimamente processados, pela facilidade no preparo, por proporcionarem um novo aspecto visual aos pratos, tornando-os mais atrativos aos olhos e ao paladar e ainda agregar valor para o produtor. Dentre as hortaliças, a cenoura é uma das que mais tem se destacado no mercado de minimamente processado (LANA *et al.*, 2001).

Seu processamento consiste na remoção das superfícies angulares de pedaços de raiz de cenoura cortados em tamanho padronizado, utilizando-se um equipamento denominado de torneadora. Os pedaços são submetidos à abrasão, tornando-se arredondados. Entretanto, a geração de resíduo no processamento mínimo é um entrave tecnológico. De fato, neste processo, pelo menos um terço da matéria-prima é convertida em raspas, ricas em nutrientes (EMBRAPA, 2003).

Uma das formas de se aproveitar os resíduos do processamento mínimo de cenoura é a secagem para a obtenção de farinha. Esta pode ser utilizada como componente da dieta agregando valor nutricional às preparações. A farinha pode ser utilizada na formulação da massa de macarrão (MACHADO *et al.*, 2006).

De fato as indústrias de alimentos têm se especializado no aproveitamento de resíduos gerados no processo transformando-os em subprodutos para fins mais nobres (LAUFENBERG *et al.*, 2003). No caso do resíduo do processamento da minicenoura, que tem em sua composição um alto valor nutricional, a farinha pode ser adicionada a outros produtos alimentícios, gerando maior eficiência econômica e nutricional e também, preservando o meio ambiente.

A avaliação sensorial é uma importante ferramenta que tem como objetivo oferecer subsídios que possam melhorar a qualidade dos produtos, caracterizar

novos produtos em estudo ou efetuar pesquisas de mercado. Para tanto se empregam diferentes métodos, visando determinar a aceitação e a preferências dos consumidores, em relação às características do alimento, como aparência, cor, sabor, textura, método de preparo e custo (MININ *et al*, 2006).

A análise sensorial envolve métodos descritivos (avalia a intensidade dos atributos sensoriais), discriminativos (avalia as diferenças entre produtos) e afetivos em que mede o quanto o consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto e também determina a preferência que o consumidor tem sobre um produto em relação a outro. Se a escolha do método e todas as etapas da análise forem realizadas com orientações e técnica preestabelecidas, é possível com os resultados medir, avaliar e interpretar a percepção sensorial em relação ao produto analisado (LAWLESS & HEYMANN, 1999).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de macarrões utilizando diferentes granulometrias e concentrações de farinha de cenoura, visando o uso do resíduo gerado no processamento mínimo de cenoura na alimentação humana.

## **Material e métodos**

### **Preparo do material**

Cenouras (*Daucus carota* L.) híbrido Juliana, oriundas do comércio local de Brasília, foram levadas para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, descascadas por abrasão em máquina processadora (modelo PCED, Siemsem Ltda.) e processadas em forma de minicenouras, de acordo com Moretti & Mattos (2007).

As raspas foram espalhadas uniformemente em bandejas, levadas para a estufa com circulação forçada de ar, secas a 50 °C por 7 horas, moídas e passadas por um jogo de peneiras. A farinha obtida foi usada no preparo de distintas formulações de macarrão (Tabela 1).



**Tabela 1.** Preparações das formulações do macarrão de farinha de minicenouras.

<b>Formulações</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
<b>Granulometrias (mesh)</b>	100	100	100	200	200	200	>200	>200	>200
<b>Farinha de minicenouras (%)</b>	10	5	15	10	5	15	10	5	15

Os ingredientes utilizados na elaboração do macarrão foram farinha de trigo especial, farinha de cenoura, ovos, sal e água, após a mistura dos ingredientes a massa foi extrusada em uma extrusora. Modelo AELI - 750 marca Braesi, modelada em forma de talharim, espalhada em bandeja e seca em temperatura ambiente para a preservação dos carotenóides. As amostras foram cozidas por 10 minutos, utilizando-se a mesma quantidade de sal e água para todas elas. Após o preparo, as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor para a manutenção da temperatura até o momento de servi-las nos locais de trabalho dos provadores.

### **Avaliação sensorial**

Foi realizado o teste afetivo de ordenação, no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, com 20 provadores previamente treinados, que analisaram as diferentes amostras em cabines individuais, com iluminação adequada ao teste. Foi pedido aos provadores que ordenassem as amostras de acordo com sua preferência atribuindo o valor um para a amostra mais preferida. Para evitar fadiga entre os provadores, foram apresentadas cinco amostras em um dia e quatro no dia seguinte, codificadas com números aleatórios de três dígitos e servidas em pratinhos sem molho.

Os resultados obtidos no teste de ordenação foram tratados pelo método de Friedman a 5% de probabilidade, sendo o valor da diferença mínima significativa

(dms) para a soma de ordens igual 30 para o primeiro dia com cinco amostras, e 22 para o segundo dia com quatro amostras. Para o teste de aceitação, utilizaram-se as 4 amostras que receberam menores médias no teste de ordenação. Foi usada uma escala hedônica de 5 pontos, com extremos em (1) “gostei extremamente” e (5) “desgostei extremamente”, e aplicou-se a um painel de 57 provadores não treinados, que expressavam o quanto gostaram/ desgostaram das amostras. Foi servida uma amostra por vez, sem molho, no local de trabalho dos julgadores (funcionários da Embrapa Hortaliças) dispensando o uso de códigos. Para melhor caracterizar os provadores, algumas perguntas foram adicionadas à ficha de aceitação, como faixa etária, sexo, frequência de consumo de macarrão e a intenção de compra do macarrão comparado com um macarrão comum e especial. Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste Tukey com um nível de significância  $\alpha$ , igual a 5%.

## **Análises químicas e físicas das formulações do macarrão**

### **Perfil de carotenóides**

O perfil de carotenóides foi obtido por meio de análise em cromatógrafo a líquido de alta eficiência, de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999). Utilizou-se cromatógrafo Shimadzu (SPD-M10 AVP, Kyoto, Japão), com coluna  $C_{18}$  em fase reversa de 150 mm x 3,9 mm e com pré-coluna  $C_{18}$ , injetor automático, detector de UV-VIS no comprimento de onda de 450 nm, com arranjo de fotodiodo. A fase móvel foi constituída dos seguintes eluentes acetonitrila: metanol: acetato de etila: trietilamina, nas proporções de 79,9: 10: 10:0,1 sob o fluxo de 0,8 mL.min<sup>-1</sup>. Injetaram-se 20  $\mu$ L da amostra e foram realizadas duas injeções para cada extrato da amostra. O cálculo do teor de carotenóides foi realizado por meio da elaboração da curva padrão de  $\alpha$  e  $\beta$ -carotenos em 6 concentrações diferentes, variando de 10 a 100  $\mu$ g. $\mu$ L<sup>-1</sup>. de acordo com metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999).

### **Tempo de cozimento**

O tempo de cozimento foi definido como o tempo necessário para o total desaparecimento do núcleo branco no centro do macarrão, conforme descrito em AACC 666-50 (2000).

### **Aumento de peso**

A característica de absorção de água foi determinada pela relação de aumento de peso durante o cozimento, de acordo com o método descrito em AACC 666-50 (2000).

### **Aumento de volume**

Mede-se, numa proveta graduada, o volume de querosene deslocado por 10 gramas de produto, antes e depois do cozimento, de acordo com o método AACC 666-50 (2000).

### **Perda de sólidos solúveis**

A perda de sólidos solúveis é dada pela percentagem de sólidos solúvel presentes na água de cozimento do macarrão, de acordo com o método AACC 666-50 (2000).

## Resultados e discussão

### Teste de ordenação do macarrão

No teste de ordenação, para as somas de ordens obtidas a partir do teste de Friedman, verificou-se que não houve diferença entre as formulações a 5 % de probabilidade (Tabela 2).

Os provadores preferiram a formulação A que obteve uma boa aceitação sensorial, pois considerando as amostras que receberam as menores somas de ordens, no primeiro dia de avaliação, esta amostra ficou com a menor (média de 42), e foi considerada superior às outras amostras. Observou-se que para as amostras C, D e E não houve diferença significativa em relação à aceitação das mesmas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias atribuídas pelos provadores, em ordem crescente para as formulações dos macarrões de farinha de cenoura e dias de aplicação dos testes.

Formulações	A	B	E	C	D	G	F	H	I
<b>Soma de ordens*</b>									
<b>1º dia</b>	42 a	50 a	52 a	61 a	62 a				
<b>Soma de ordens*</b>									
<b>2º dia</b>						36 a	38 a	39 a	56 a

\*Médias seguidas pela mesma letra e na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de soma de ordens de Friedman, a 5% de probabilidade.

Constatou-se que a formulação G ficou em primeiro lugar com a menor média de notas atribuídas pelos provadores, seguida pelas formulações F e H que obtiveram a segunda e terceira menores médias (38 e 39 respectivamente) (Tabela 2). Já a formulação I, entre as amostras avaliadas no segundo dia, obteve a maior média. Com base nas avaliações de preferências por parte dos julgadores

e os critérios de escolher as amostras com menores médias, foram selecionadas as formulações A, F, G e H, para a realização do teste de aceitação.

### **Aceitabilidade do macarrão de cenoura**

Participaram da pesquisa 57 julgadores, assim distribuídos: metade do gênero masculino e metade do gênero feminino, com idade variando de 15 a 55 anos, e cerca de 40% deste universo, com idade variando entre 36 e 45 anos. Os dados obtidos indicam que a maioria dos provadores (35%) consome macarrão 2 a 3 vezes por semana, 30% apenas 1 vez por semana e 5% consomem todos os dias.

Constatou-se que o macarrão de farinha de cenoura foi bem aceito entre os julgadores, não havendo diferença significativa entre as formulações analisadas (A, F, G e H). Com base nestes resultados pôde-se afirmar que a granulometria não interferiu na escolha dos provadores, sendo um ponto positivo para a substituição de até 10% da farinha de cenoura no macarrão. Todas as formulações analisadas foram consideradas atrativas, talvez devido à coloração alaranjada e a aparência da massa, demonstrando as suas qualidades sensoriais, podendo ser uma nova fonte de investimento para pequenos produtores. E ainda uma nova opção de mercado.

De acordo com os resultados obtidos nas avaliações pelos provadores, em relação à aceitação e preferências das amostras de macarrão de farinha de cenoura (Tabela 3), entre as formulações avaliadas nenhuma obteve notas muito baixas. Entretanto, as formulações A e G foram as escolhidas, por terem obtido as menores médias (nota 1 para a mais preferida e 5 para a menos preferida) e melhores avaliações.

Tabela 3. Médias das notas do teste de aceitação das formulações dos macarrões de minicenouras, comparadas pelo teste de Tukey.

Formulações	Médias*
A	1,97b,c
F	2,32a
G	1,78c
H	2,12a,b

\*Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A produção de macarrão de farinha de cenoura mostrou-se totalmente viável no que diz respeito à aceitabilidade do produto. A aceitação foi considerada ótima pelos provadores, principalmente no caso do macarrão com 10% de farinha de cenoura.

Entre os pontos positivos citados pelos provadores destacam-se a coloração alaranjada do macarrão e a textura muito próxima a um macarrão integral.

### **Intenção de compra do macarrão de cenoura**

Para conhecer a intenção de compra do macarrão enriquecido com farinha de cenoura fez-se a seguinte pergunta: Considerando que o tempo de preparo e o preço deste macarrão sejam o mesmo do macarrão comum (mistura de água à farinha de trigo comum) você: certamente compraria, provavelmente compraria, provavelmente não compraria, certamente não compraria.

Observou-se que 90% dos provedores manifestaram a intenção de compra do produto, isso demonstra que a substituição em até 10% da farinha de trigo especial pela de cenoura teve ótima aceitação (Figura1).

A formulação H (10% de farinha de cenoura, <200 mesh) teve aceitação de 95% dos provadores que manifestaram a intenção de compra do macarrão de farinha de cenoura (Figura 1). A formulação F atingiu 86% dos provadores, que responderam que certamente comprariam.

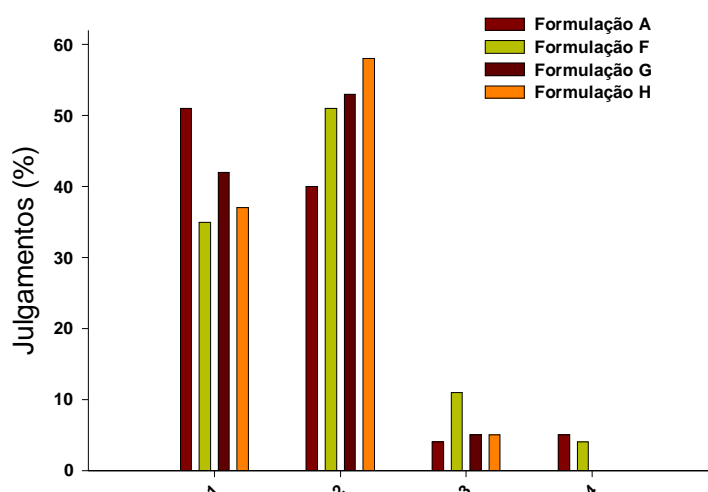


Figura 1. Frequência de notas atribuídas pelos provadores em relação à intenção de compra do macarrão de farinha de cenoura comparado com o macarrão especial (1-certamente compraria; 2-provavelmente compraria; 3-provavelmente não compraria; 4-certamente não compraria).

Aos mesmos provadores foi feita a pergunta sobre a intenção de compra do macarrão especial (mistura de ovos e água à farinha de trigo especial). Caso houvesse no mercado a disponibilidade do macarrão enriquecido com a farinha de cenoura e com o mesmo preço deste macarrão especial, você: Certamente compraria, Provavelmente compraria, Provavelmente não compraria, Certamente não compraria o macarrão especial.

Comparando-se a intenção de compra do macarrão de farinha de cenoura com um macarrão especial, observou-se que a formulação A continuou sendo a mais aceita, 95% certamente comprariam (Figura 2).

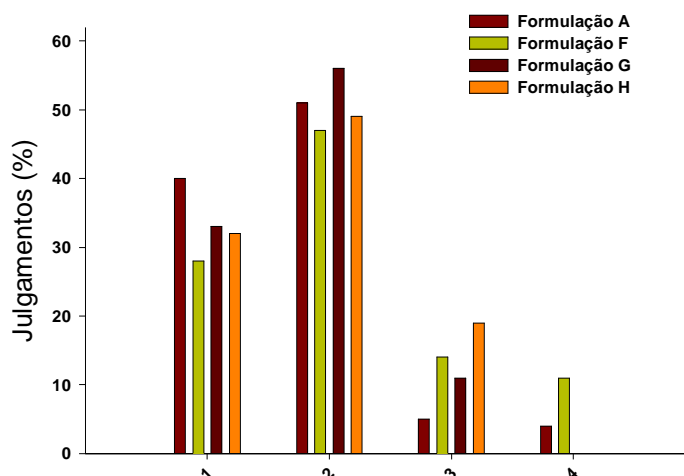


Figura 2. Frequência de notas atribuídas pelos provadores em relação à intenção de compra do macarrão especial comparado com o macarrão de farinha de cenoura (1-certamente compraria; 2-provavelmente compraria; 3-provavelmente não compraria; 4-certamente não compraria).

Verificou-se que a amostra G foi mais bem avaliada em relação às amostras F e H. Entre as amostras avaliadas nenhuma obteve rejeições significativas por parte dos provadores (Figura 2).

De fato dos provadores não rejeitarem por completo nenhuma das formulações testadas de macarrão com farinha de cenoura, demonstra uma boa aceitação, e isto pode ser de grande interesse para as agroindústrias de produtos hortícolas minimamente processados, que além da nova opção de produto a ser lançado no mercado, poderá vir a ser uma alternativa de agregação de valor, com a redução dos desperdícios.



## Características de qualidade do macarrão

Verificou-se que não houve diferença significativa entre as formulações quanto à perda de sólidos solúveis totais (Tabela 4). Os valores encontrados para este atributo estão dentro das características de qualidade exigidas e do percentual sugerido por Hummel (1966), que descreve que para se ter um macarrão de boa qualidade os teores de sólidos solúveis totais devem estar abaixo de 10%. Acima deste valor, indicam macarrão de baixa qualidade. Portanto as formulações de macarrão estudadas podem ser consideradas de ótima qualidade, pois os valores encontrados estão abaixo dos 10% exigidos (Tabela 4).

Tabela 4. Características de cozimento das formulações de macarrão de farinha de cenoura.

Parâmetros do macarrão	Formulações A	Formulação G
Tempo de cozimento (min.)	10	10
Perda de sólidos solúveis (%)	5,86 (5,0)	7,95 (1,95)
Aumento de peso (%)	217 (0,6)	218 (0,4)
Aumento de volume (%)	248 (0,6)	238 (1,0)

Médias de três determinações; desvio-padrão entre parênteses.

O teste de cozimento fornece informação de como o produto se comporta durante a cocção e ainda sobre a textura do produto cozido. O resultado obtido neste teste encontra-se na Tabela 4.

Quanto ao aumento de peso, os valores encontrados estão dentro do padrão de qualidade recomendado para este atributo, isto é, valores entre 200% e 250% (DONNELLY, 1979).

Os resultados encontrados para aumento de volume (Tabela 4) estão dentro da faixa considerada para um macarrão de boa qualidade que, de acordo com Hummel (1966), deve estar entre 200% e 300%.

Observou-se que, mesmo depois do processamento, não ocorreu redução significativa nas concentrações de carotenóides estudados no macarrão de farinha de minicenouras. Porém, o  $\beta$ -caroteno apresentou uma maior concentração (49%) em relação ao  $\alpha$ -caroteno, que manteve um percentual de 43% em ambas as amostras analisadas comparadas com a concentração inicial da farinha (Tabela 5).

Tabela 5. Perfil de carotenóides determinado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), do macarrão de farinha de minicenouras.

<b>Parâmetros do macarrão</b>	<b>Farinha de minicenouras</b>	<b>Formulação A</b>	<b>Formulação G</b>
$\alpha$ - caroteno ( $\mu\text{g/g}$ )	43,73 (3,45)	19,68(0,6)	18,85 (0,56)
$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g/g}$ )	41,84 (1,12)	20,54 (0,24)	18,91 (2,58)
Cis- $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g/g}$ )	0,5 (0,6)	1,1 (0,1)	0,9 (0,2)

Médias de duas determinações; Desvio-padrão entre parênteses.

A instabilidade dos carotenóides difere muito nos alimentos. Mesmo quando submetidos a processamento e condições de estocagem, as principais causas de destruição são a oxidação e a exposição a altas temperaturas (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Na avaliação da influência das granulometrias utilizadas nestas duas formulações estudadas sobre as concentrações de carotenóides pôde-se observar que a granulometria maior (100 mesh) manteve um percentual um mais alto na concentração de  $\beta$ -caroteno (49 %), comparando com a de < que 200 mesh (45 %).

Observou-se ainda a formação do cis- $\beta$ -caroteno nas amostras de macarrão estudadas, chegando a 20% do valor inicial. Segundo Rodriguez-Amaya (1999), os carotenóides provitamínicos A são substâncias que podem ser facilmente oxidadas, podendo perder a sua atividade provitamínica, quando aplicados processos que se utiliza de calor, luz e oxigênio.

## **Conclusão**

O macarrão é considerado um alimento difundido nos hábitos alimentares das diversas camadas sociais da população. Pode-se considerar que a fortificação do produto com farinha do resíduo de minicenouras, rica em carotenóides, pode vir a contribuir para a redução do desperdício e com a diminuição da poluição ambiental.

Os resultados obtidos por meio das análises sensorial e químicas permitiram concluir que o uso da farinha de cenoura na concentração de até 10% em relação à farinha de trigo tornou o macarrão mais nutritivo sem perder as características sensoriais e organolépticas.

É possível enriquecer a massa de macarrão utilizando a farinha de cenoura, uma vez que, mesmo depois do processamento, há preservação considerável de nutrientes, entre eles os carotenóides.

De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que o uso da farinha de cenoura como substituto parcial da farinha de trigo em massas alimentícias foi viável, pois melhorou a qualidade sensorial e nutricional do produto e ainda contribuiu para a redução do desperdício e da poluição ambiental.

## 8. Referências Bibliográficas

ABIMA - Associação Brasileira da Indústria de Massas Alimentícias. Disponível em <http://www.abima.com.br/> acesso em 27/05/2008.

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**, 10 th ed., St.Paul; AACC, 2000.

ANDRADE, N. J.; BASTOS M.S.R.; ANTUNES, M.A. Higiene e sanitização. In: MORETTI, C.L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: SEBRAE. p. 103-120. 2007.

AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 195 p. 2004.

BARBOSA, J.L. **Influência da temperatura e da concentração na desidratação osmótica de abóbora (*Cucurbita máxima*) e cenoura (*Daucuscarota L.*) utilizando metodologia de superfície de resposta**. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BRENNAN, J.G. **Food Dehydration**: a dictionary and guide. Oxford: Butterworth–Heineman, 189 p.1994.

CANTWELL M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry” In: **Encontro Nacional sobre Processamento de Frutas e Hortaliças**, 2. Viçosa. Palestras. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.147-155, 2000.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems:minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Phostharvest technology of horticultural crops**. 2ed. Davis: Univ. of California, p.277-81. 1992.

CARNELOSSI, M.A.G.; SILVA, E.O.; CAMPOS,R.S.; SOARES, N.F.F.; MINIM, V.P.R.; PUSCHMANN, R. Conservação de folhas de couve minimamente

processadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.4, n.2, 2002.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Cenoura: qualidade e industrialização. **Informe Agropecuário**, v.10, n.120, 1984.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: FAEPE, 2006. 256p.

CHITARRA M.I.F; CHITARRA A.B. Processamento mínimo de alface. In: MORETTI, C.L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: SEBRAE. p. 103-120. 2007.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K. REBERS, P.A.; SMITH, F. Colometric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, v.28, p. 350-356, 1956.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003. 571p.

FDA. **Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce**. 48 p. 2001.

FELLOWS, P.J. **Food processing technology**: principles and practice. New York: Ellis Horwood, 1988. 505 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna e comercialização de hortaliças. 3ed. Viçosa: Editora UFV, 2000. 402p.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of Food Insecurity in the World**, 1999.

GREENSMITH, M. **Practical dehydration**. England: Woodhead. 2 ed., 1998. 270 p. 1998.

GUISCHEM, J.M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400 (BT) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p.220-228, 2002.

GONSALVES, P.E. **Alimentação natural do bebê, da criança e do adolescente**. São Paulo: Almed, 1986.

HONÓRIO, S.L. **Tecnologia pós-coheita na redução de perdas**. In: AMAYA-FARFAN, J.; FARIA, J.A.F.; SALAY, E. Encontro municipal sobre o desperdício de alimentos. Campinas: UNICAMP, p.44-45. 1993.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares**: 2003-2004. Brasília:IBGE, 2005.

IFPA. Fresh-cut produce handling guidelines. 3. ed. Newark: Produce Marketing Association, 1999. 39 p.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; MOREIRA, R. C. Tecnología de procesamiento mínimo de frutas cítricas. In: SIMPOSIUM NUEVAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN Y ENVASADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS. VEGETALES FRESCOS CORTADOS. Palestras, La Habana, Cuba. 2005. p.11-17.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C. de; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. In: SIMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMÉRICA. **Palestras...** San José, Costa Rica. 2004. p.79-86.

LAMIKANRA, O.; WATSON, M.A. Effects of ascorbic acid on peroxidase and polyphenoloxidase activities in fresh-cut cantaloupe melon. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 66, p. 1283-1286, 2001.

LANA, M. M. **Aspectos da fisiologia de cenoura minimamente processada** Horticultura Brasileira, Brasília. v. 18, n. 3, p. 154-158, 2000.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V.; SILVA, J. B. C.; LIMA, D. B. L. Cenourete e catetinho: minicenouras brasileiras. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 376-379, 2001.

LIME, B.J.; GRIFFITHS, F.P.; CONNOR, R.T.; HEINZELMAN, D.C.; MESCALL, E.R. Spectrophotometric Métods For Determinimng Pigmentation Carotene And Lycopene- In Ruby Red Grapefruit. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 5, n.12, p. 914, 1957.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, p. 167-198, 2003.

MACCARTHY, D. **Concentration and drying of foods**. New York: Elsevier, 1985. 303 p.

MACHADO, C.M.M., MORETTI, C.L., SOUSA, R.M.D., **Aproveitamento das raspas geradas na produção de minicenouras**: Comunicado técnico, Embrapa Hrtaliças, Brasília: DF, n. 33, Dez. 2006.

MARTINS, C.R.; FARIAS, R.M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola – revisão. **Rev. Fac. Zootec. Vet. Agro.**, v.9, n.1. p. 83-93. Uruguaiana: UFU, 2003.

Mahan Escott-Stump, L. K. **Alimentos nutrição e dietoterapia**. 9 ed. São Paulo: Roca; 1998. 1179 p.

MORETTI, C.L. Processo de produção. In: LAGARES, L.M de.; ANDRADE, L.M.; GOMES, W.L.R.; BRUNALE, L. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial**: hortaliças minimamente processadas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 9-58.

MORETTI, C.L., MACHADO, C. M.M., Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças IN: ENCONTRO NACIONAL DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, São Paulo. Palestras, v.4, 2006.

MORETTI, C.L. Processamento de mandioquinha-salsa e pimentão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Palestras Viçosa, v. 2, 132p. 2000.

MORETTI, C. L., SARGENT, S.A. Fresh-cut growth in Brazil. **Fresh-Cut Magazine**, v.10, p.24-29, 2002.

MORETTI, C. L.; BERG, F. L. N.; MATTOS, L. M.; DURIGAN, M. F. B.; CARON, V. C.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Temperatura de armazenamento e embalagem determinam o comportamento fisiológico e a qualidade de mini cenouras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., Recife: SOB, CD-ROM. 2003.

MORETTI CL (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: SEBRAE, p. 299-342. 2007.

MORETTI, C. L.; SILVA, W. L.; ARAUJO, A. L. Quality attributes and carbon dioxide evolution of bell peppers as affected by minimal processing and storage temperature. **Proceedings of The Florida State Horticultural Society**, Orlando, v. 113, n. 1, p.156-159, 2000.

MORETTI, C.L. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD.

MORETTI, C.L.; MININ, V.P.R.; DANTAS, M.I.S.; YAMASHITA, F. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., Viçosa: UFV, 2004. Palestras, Viçosa 2004.



MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. Processamento mínimo de minicenoura. In: MORETTI, C.L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: SEBRAE. p. 399-413, 2007.

MORI, E.E.M. *et al.* (colocar os outros autores). **Métodos Sensoriais e Físicos para Avaliação de Alimentos e Bebidas**. Princípios de Aplicação. Campinas: ITAL, 1982. 177p (Apostila).

NELSON, N.A. Photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 153, p. 375-380, 1944.

OLIVEIRA, A.M.C. **Estudo das características físico-químicas e microbiológicas de abacaxi (*Ananas comosus*), goiaba (*Psidium guajava* L.) e maracujá (*P. edulis* L.) minimamente processados**. 2005. Ver número de folhas p. 12, 16-18. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

PARK, K.J.; YADO, M.K.M.; BROD, F.P.R. Estudo de secagem de pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, número de páginas, 2001.

PARDI, M. C; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: Editora Universitária, p.89, 1994.

PEREIRA, G.I.S.; PEREIRA, R.G.F.A; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS, A.R. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Rev. Agrotec.**, v.27, n.4. p. 852-857, 2003.

PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M., GOLLÚCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais**: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Editora Varela, 2005. 87p.

PINHEIRO-SANTANA, H.M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; PÁEZ, H.H. & QUEIROZ, V. M. V. Evaluation of total carotenóides, a-anbd-carotene in carrots (*Daucus carota* L.) during home processing. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas V18 n. 1 p. 39-44, 1998.

PINEDO, A.A. **Secagem a vácuo da cenoura (*Daucus carota* L) e abóbora (*Curvita maxima*): estudo das características do processo.** (Tese: Doutorado). Campinas: UNICAMP, 2003.

POTTER, N.N.; HOTCHIKISS, J.H. **Food Science.** 5.ed. New York: Chapman & Hall, 608 p. 1995.

PUSCHMANN, R. **Como montar uma agroindústria de processamento mínimo de vegetais.** Viçosa: Editora UFV, 70 p. 2002.

RAMOS, D.M.R. **Avaliação das perdas de carotenóides e valor de vitamina A durante a desidratação e a liofilização industrial da cenoura e espinafre.**

(Dissertação Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 106p. 1991.

RODRIGUES, G.; ALVES, M. A. B. F.; MALUF, W. R. **Hortaliças minimamente processadas.** Boletim Técnico de Hortaliças, Lavras: UFLA, n. 31, jul. 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** ILSI Press, Washington DC. 1999. Chicago, Illinois: Institute of Food Technologists, 1987, 403 p.

ROJAS, R.M. **Fruits and vegetables consumption among Costa Rican adolescents.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v.51, n.1, p. 81-85, mar. 2001.

ROJAS, R.M. Fruits and vegetables consumption among Costa Rican adolescents. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.51, n.1, p. 81-85, 2001.

SALTVEIT, S.A. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, p.61-69, 2000.

SILVA, J. B. C.; VIEIRA, J. V.; LANA, M.M.; LIMA, D.B. **Produção de Cenourete e Catetinho Embrapa Hortaliças**, Brasília, 2001, 11p. (Circular técnica 28).

SILVA, E.O.; CARNELOSSI, M.O.G.; SOARES, N.F.F.; VANETTI, M.C.D.; SOUSA, H.M.; MAIA,G.A.; FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W.; NASSU, R.T.; Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, 2003, p.126-130.

SPAGNOL, W.A. **Processamento mínimo de cenoura e feijão-vagem**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. (Tese Doutorado) Departamento de Engenharia, Universidade Campinas, SP. 2005.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. 2 ed. San Diego: Academic Press,1992. 338p.

SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugars. **Journal of Biological Chemistry**, v. 160, p. 61-68, 1945.

UMIEL, N.; GALBERMAN, W.H. Analytical procedures for detecting carotenoids of carrot (*Daucus carota* L.) roots and tomato (*Lycopersicum esculentum*) fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.96, n.6, p.702-704, 1971.

VIEIRA, J. V.; SILVA, J. B. C.; CHARCHAR, J. M.; RESENDE, F.V.; FONSECA, M. E. N.; CARVALHO, A. M.; MACHADO, C. M. M. Esplanada: uma nova cultivar de cenoura para fins de processamento. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 851-852, 2005.

SILVA, J. B. C.; VIEIRA, J. V.; LANA, M.M.; LIMA, D.B. **Produção de Cenourete e Catetinho**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001, 11p. (Circular técnica 28).

VIEIRA, J.V. **Esplanada: cultivar de cenoura de verão para processamento**, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 07).

ZENEBON, O. PASCUET, N. S. **Normas Analíticas** do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, v. 1. 1018 p. 2005.

WATADA, A. E. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 201-205, 1999.

WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York, Chapman & Hall, 368p. 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The world report 2002: reducing risks, promoting healthy life**. Geneva: World Health Organization, 2002.

## **Anexos**

### **Modelo da ficha para o Teste sensorial de ordenação**

**Nome.....**

**Data...../...../.....**

**Por favor, prove as amostras de macarrões da esquerda para a direita, ordene-as de acordo com sua preferência (notas de 1 a 5). Atribua o número 1 para a amostra de maior preferência, 2 para a segunda mais preferida e assim sucessivamente. Entre as avaliações das amostras enxágüe a boca com água e espere 30 segundos.**

**Obrigada!**

**Código da amostra**

**Ordem de preferência**

**Comentários:.....**

**Modelo da ficha para o Teste sensorial de aceitação**

**Nome:**.....

**Data:** ...../...../.....

**Gênero:**

☐ F ☐ M

**Faixa etária:**

☐ 15 a 25 anos

☐ 26 a 35 anos

☐ 36 a 45 anos

☐ 46 a 55 anos

☐ mais de 56 anos.

**Qual a sua frequência de consumo de macarrão**

☐ Diária; ☐ 4 a 5 vezes por semana; ☐ 2 a 3 vezes por semana; ☐ uma vez por semana; ☐ Outra.....

Você esta recebendo uma amostra de macarrão de farinha de cenoura.  
 Por favor, prove e diga o quanto você gostou ou desgostou do produto.  
 Marque um x no na tabela abaixo de acordo com o termo que melhor reflita sua escolha.

Obrigada!

Avaliação sensorial:

Gostei muito	Gostei	Não Gostei / nem desgostei	Desgostei	Desgostei muito

Intenção de compra do macarrão de farinha de cenoura, comparado com os do mercado, comum e especial.

Considerando que o tempo de preparo e o preço (cerca de R\$ 3,00 pacote de 500 g) deste macarrão é o mesmo do macarrão comum você:

- ( ) Certamente compraria
- ( ) Provavelmente compraria
- ( ) Provavelmente não compraria
- ( ) Certamente não compraria

Considerando que o tempo de preparo e o preço (cerca de R\$ 4,50 pacote de 500 g) deste macarrão é o mesmo do macarrão especial você:



☐ **Certamente compraria**

☐ **Provavelmente compraria**

☐ **Provavelmente não compraria**

☐ **Certamente não compraria**

**Comentários:**.....